NOCIONES

ELEMENTALES

DE HISTORIA NATURAL

POR G. DELAFOSSE

MIEMBRO DEL INSTITUTO
CATEDRÁTICO DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL Y DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS DE PARIS

MINERALOGIA

OBRA ADORNADA
CON 46 GRABADOS INTERCALADOS EN EL TEXTO

PARIS
LIBRERIA HACHETTE Y Cª
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

J. Hobart Egbert

S.a. 25

NOCIONES ELEMENTALES

DE HISTORIA NATURAL

MINERALOGIA

CONSIDERACIONES GENERALES

NATURALEZA DE LOS MINERALES.

La *mineralogia* es una parte de la *Historia natural*. Esta ciencia tiene por objeto el estudio de todos los cuerpos que podemos observar en la superficie del globo y en su interior; ella nos enseña á describirlos exactamente y á clasificarlos segun sus *relaciones naturales*, teniendo en cuenta todos sus *caracteres*, es decir, todas las propiedades que pueden hacerles distinguir unos de otros.

En todo tiempo se ha dividido el conjunto de los seres de la naturaleza en tres grandes divisiones llamadas *Reinos*. El reino mineral comprende todos los seres privados de vida; el reino vegetal todos los seres vivos que están desprovistos de sensibilidad y de movimiento

voluntario; y el reino animal todos los seres vivos que sienten y se mueven segun su voluntad. La historia natural se divide tambien en tres partes ó ramos, que corresponden á estas tres divisiones, á saber: la *Mineralogia*, la *Botánica* y la *Zoologia*.

Los animales y vegetales tienen el carácter comun de estar formados por el conjunto de cierto número de partes distintas, llamadas *orgánicas*, que son los instrumentos de la vida. Así es que se les designa casi siempre bajo la denominacion comun de *cuerpos orgánicos*. Los minerales, privados de vida, no tienen órganos, por cuya razon se les llama *cuerpos inorgánicos;* están formados simplemente por la aglomeracion de partículas de materias llamadas *moléculas*, invisibles al ojo por su extrema pequeñez, y no llegan á ser sensibles á los sentidos sino cuando, reunidas en gran número, constituyen *masas* de un volúmen apreciable. Estas moléculas, elementos invisibles de las masas, están mantenidas en una mútua dependencia, á mínimas distancias unas de otras, por medio de las atracciones y repulsiones moleculares, es decir, por las *fuerzas* ó leyes generales de movimiento á que están sujetas todas las partes de la materia. Las moléculas de un cuerpo se hallan, pues, en una

suerte de equilibrio mas ó menos fijo, que depende enteramente de las circunstancias en que está colocado el cuerpo, puesto que, con la mudanza de la temperatura de este (ó de su grado de calor), se le ve muchas veces pasar sucesivamente por estados de diversa consistencia, tales como el estado sólido, el estado líquido, el estado fluido y el estado aeriforme ó gaseoso.

Como un mineral es solo una agregacion de partículas semejantes que no son mas que adherentes entre sí, se le puede dividir en fragmentos mas ó menos pequeños, los cuales son siempre de la misma naturaleza que el cuerpo entero. Dividir mecánicamente un cuerpo no es, en efecto, sino aumentar la separacion de cierto número de sus partículas hasta el punto de romper su adherencia, la cual no puede mantenerse sino cuando las moléculas están á mínimas distancias unas de otras.

Si se logra juntar ó separar las moléculas de un mineral, por cualquier medio que sea, no por eso se mudará la naturaleza del cuerpo, sino solo su estructura, esto es, la íntima disposicion de sus moléculas; por consiguiente, sus caracteres exteriores podrán ser notablemente modificados. Se dice que dos minerales son de

igual naturaleza ó de la misma *especie*, cuando están compuestos de moléculas semejantes, sea cual fuere, por otra parte, la diferencia de los aspectos bajo los cuales se ofrecen á nuestra vista. Dícese que dos minerales de igual naturaleza constituyen diferentes variedades en la especie, cuando difieren de un modo sensible por algunos de sus caracteres exteriores, tales como la forma, la estructura, el color, etc. Por ejemplo, la piedra tierna y lustrosa que se llama *espato de Islanda;* el mármol blanco de grano salino con que se hacen estátuas; el yeso blanco y desmenuzable (tiza) que sirve para escribir en las pizarras; las piedras opacas y toscas que se llaman *piedras de cal* y *piedras de construccion*, son variedades de una misma especie mineral á la cual los mineralogistas dan el nombre de *caliza*. Todos estos minerales, de tan diferente aspecto, están, en efecto, compuestos de moléculas enteramente semejantes. Citaremos aun, como ejemplo de otra especie mineral, el *cuarzo*, que, entre sus numerosas variedades, comprende cuerpos muy conocidos; el *cristal de roca* que es un cuerpo duro, transparente é incoloro; el *amatista*, piedra violácea; las *ágatas*, piedras que pueden pulirse y suelen servir para el arte de joyería; la *sílice*, pedernal ó piedra de fuego; la *arena*

y el *asperon* ó *arenisca* comunes, etc. Estos dos ejemplos bastan para demostrar hasta donde puede llegar la variacion en los caracteres exteriores de una misma substancia mineral. Esta variacion es tal, que á veces hay mas diversidad, con respecto al aspecto, entre dos minerales de una misma especie, que entre otros dos minerales de especies distintas y cuyas moléculas pueden muy bien no tener nada de comun entre sí. Esto nos induce á hacer aquí una observacion muy importante y es que, entre los caracteres de un mineral, será preciso distinguir con mucho cuidado los que no pueden expresar mas que una diferencia en el arreglo de las moléculas, de los que representan una diferencia en la naturaleza misma de las moléculas; estos últimos tienen necesariamente mayor valor que los primeros, pues són caracteres *específicos* ó distintivos de la especie, mientras que los otros no son sino caracteres de variedades.

Existe entre la mineralogia y los otros dos ramos de la historia natural, una diferencia que merece ser señalada, y es que, en los seres orgánicos, los caracteres de valor primitivo se sacan de propiedades aparentes y son, por lo mismo, fáciles de percibir : en los minerales, al contrario, las propiedades mas esenciales

para la distincion de las especies, son á la vez las mas ocultas y mas difíciles de descubrir. Lo que se estudia con preferencia en una planta ó en un animal, es la forma ó la posicion de los órganos y no la naturaleza de las moléculas. En los minerales, al contrario, los caracteres que merecen fijar mas la atencion, son los que demuestran la diferencia de naturaleza : los que dependen del aspecto exterior, de la forma y de la estructura de la masa, tienen una importancia mucho menor, como hemos dicho ya. Esta es la razon porque, en la mineralogia, es tan difícil establecer la distincion y clasificacion de las especies á pesar de su corto número, mientras que en la Botánica y Zoologia, en que el número de las especies es incomparablemente mas considerable, se logra, con mas facilidad y exactitud, reconocerlas y clasificarlas segun sus diferentes grados de semejanza.

El número de las distintas especies de cuerpos inorgánicos que componen el reino mineral, es muy reducido; apenas hay quinientos hoy dia que estén bien definidos y caracterizados, mientras que el número de las especies vegetales conocidas asciende á mas de doscientas mil y el de las especies animales es tambien muy considerable. Pero en cambio, las varieda-

des, en cada especie, son mucho mas numerosas en mineralogia y su distincion tiene tambien mas importancia que la de las variedades en los reinos orgánicos, porque estas últimas no son mas que lijeras modificaciones de un tipo primitivo siempre fácil de reconocer, en tanto que las primeras indican diferencias que muchas veces llegan hasta mudar totalmente las cualidades exteriores del cuerpo. Así pues, cada especie mineral puede subdividirse en variedades de diversos órdenes, segun el grado de su importancia relativa.

De las diferentes especies de masas minerales.

Existen en la naturaleza muchas masas minerales que son simples en su composicion, es decir, que están formadas en toda su extension de moléculas de la misma suerte, y solo á estas masas puede aplicarse inmediatamente y sin dificultad la definicion de la especie mineral. A pesar de esto, hay tambien en la naturaleza masas que son simples en apariencia, aunque resulten de la mezcla íntima de diversas moléculas pertenecientes á diferentes especies. Si entre estas moléculas existe una clase que predomine en la masa de tal modo que constituya la mayor parte de ella, y si las demás moléculas no se hallan en cantidad sufi-

ciente para alterar notablemente los caracteres que toma esta masa de las moléculas de la primera suerte, se considera, en este caso, á estas moléculas adicionales como si fueran extrañas á la masa cuya especie está entonces constituida solamente por las primeras moléculas. La presencia de las demás moléculas se considera como accidental y solo puede establecer una variedad de mas en la especie, por cuya razon se ve que las masas que no son simples sino en apariencia, pueden ser comprendidas en el cuadro metódico de las especies minerales, lo mismo que las que lo son en realidad. Solamente, entre las masas individuales que componen cada especie, es preciso distinguir las que son realmente simples (*minerales puros* ó minerales propiamente dichos), y las que están mezcladas de un modo invisible (*minerales impuros*); á cada una de estas últimas masas se la considera como si tuviese por fondo una materia principal que se halla accidentalmente mezclada ó manchada con partículas extrañas.

Además de las dos suertes de masas minerales de que acabamos de hablar, hay otras que son visiblemente heterogéneas ó en las cuales distingue el ojo fácilmente muchas substancias componentes ó muchas masas simples de

especies diferentes, agregadas ó como entrelazadas entre sí; estas masas son los *compuestos minerales* ó los *agregados*, como el *granito* que está compuesto de tres clases de minerales reunidos bajo forma de granos á saber : de feldespato, de cuarzo y de mica. En la naturaleza existe un gran número de agregados que resultan de este modo de la asociacion de muchos minerales reunidos de dos en dos, de tres en tres, etc.; pero la historia natural no se ocupa sino de los que existen sobre una considerable extension en la superficie ó en el interior de la tierra, es decir, de los que forman bancos ó yacimientos poderosos, peñas, ó montañas. Se les designa entonces con el nombre de rocas, que se aplica tambien á los minerales simples, ya puros, ya mezclados, que existen igualmente en grandes masas.

La mineralogia ó la ciencia que tiene por objeto el estudio de los minerales simples y compuestos, se divide en dos ramas : la *mineralogia propiamente dicha*, y la *geología*. La mineralogia considera los minerales bajo el punto de vista de sus propiedades generales, de los caracteres particulares que les distinguen individualmente, de su clasificacion en un órden metódico, de su extraccion del seno de la tierra y en fin de su empleo en las artes y

usos de la vida. La *geologia* considera los minerales bajo el punto de vista de su modo de ser en la naturaleza; de las funciones mas ó menos importantes que tienen en la estructura del globo, cuyos materiales constituyen; de las leyes que rigen sus asociaciones y sus posiciones relativas, y cuyo conocimiento sirve de guia al minero cuando busca substancias útiles; en fin, los considera tambien bajo el punto de vista de los preciosos documentos que suministran á la historia de la tierra.

De la composicion química de las especies minerales.

Como las masas minerales, cuya coleccion constituye una especie, están formadas todas de moléculas idénticas entre sí, ya sea que se las compare en la misma masa ó en dos diferentes, es claro que el carácter distintivo de las especies reside en sus moléculas físicas; así pues, es preciso que la molécula mude en su paso de un cuerpo á otro para que haya diferencia de especie entre los cuerpos. ¿Y de qué puede dimanar esta diversidad de moléculas? Generalmente proviene de que las moléculas de los cuerpos tienen una composicion química diferente que la observacion puede darnos á conocer. Al someter los minerales puros á los diversos agentes de la química, se ha visto que

existe un cierto número de ellos cuyas moléculas no pueden descomponerse, es decir, que no pueden separarse varias especies de materias, dotadas cada una de propiedades diferentes. Se les considera como substancias simples, llamadas *elementos* y á sus últimas partículas se las da el nombre de *átomos*. Pero existe un número mayor de minerales puros que pueden descomponerse en muchas especies diferentes de materias, y cuyas moléculas son, por consiguiente, unas combinaciones químicas de diversos átomos elementales, reunidos entre sí por esta fuerza de atraccion que llaman los químicos *afinidad*.

Las substancias reputadas simples que no han podido descomponerse hasta ahora, son en número de sesenta y tres. Entre ellas se distinguen los cuerpos simples no metálicos ó *metaloídeos*, y los cuerpos metálicos. Los cuerpos simples no metálicos son trece : el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el ázoe, el azufre, el selenio, el silicio, el boro, el fósforo, el yodo, el bromo, el cloro y el fluor. Los cuerpos simples metálicos ó *metales* tienen por caracteres el ser generalmente opacos, el poseer en la masa cierto brillo que les es propio, llamado *brillo ó lustre metálico* y en fin el de facilitar el paso á la electricidad y al calor. Todos son

sólidos á la temperatura ordinaria, excepto uno (el mercurio), que es líquido. Su número asciende á cincuenta y su serie se divide naturalmente en dos grupos; uno de ellos comprende todos los metales conocidos desde mucho tiempo, los cuales son muy pesados, susceptibles de tomar una hermosa pulidez y un vivo brillo, y se presentan con frecuencia en la naturaleza en el estado metálico ó pueden reducirse fácilmente á dicho estado y conservarse perennemente en él : tales son los *metales pesados ó metales propiamente dichos*, únicos que con este nombre se conocen en las artes. El otro grupo comprende los metales generalmente blandos y lijeros, cuya existencia hace solo un corto número de años que ha sido reconocida por los químicos; estos son los metales lijeros ó metales de las tierras y alcalis, que no son susceptibles de presentarse por sí mismos en el estado metálico, porque teniendo una gran afinidad por el oxígeno (uno de los elementos mas esparcidos, pues forma parte del aire y del agua), se unen y se presentan en todas partes unidos á este metaloídeo bajo el aspecto de materias terrosas y constituyen entonces esas materias que se llamaban antiguamente *tierras* y *álcalis*. Los metales propiamente dichos son treinta, á sa-

ber : el hierro, el plomo, el cobre, el estaño, el zinc, el mercurio, la plata, el oro, el platino, el antimonio, el bismuto, el cobalto, el niquel, el arsénico, el cromo, el vanadio, el manganeso, el molibdeno, el tungsteno, el titano, el tantalo, el teluro, el urano, el cerio, el cadmio, el osmio, el paladio, el rodio, el iridio, y el aluminio; á este último se le habia colocado hasta ahora en el segundo grupo.

Acabamos de citar todos los elementos de que se componen los minerales y á los cuales les reduce el análisis ó la descomposicion químicas. Estos elementos no se presentan siempre combinados unos con otros, pues los hay que constituyen minerales por sí mismos presentándolos, por consiguiente, en el estado libre, ó como dicen los mineralogistas, en el estado nativo. Algunos de ellos tienen gran tendencia á unirse con otro elemento para formar lo que se llama *compuestos binarios*, como por ejemplo, el oxígeno, el azufre, el arsénico, el cloro.

Los compuestos binarios formados por el oxígeno unido á otro elemento son los mas numerosos y se dividen en dos series, una de las cuales comprende los *ácidos* que tienen un sabor ágrio y poseen la propiedad de enrojecer los colores azules vegetales; la otra serie con-

tiene los *óxidos* propiamente dichos ó bases salificables, cuerpos insípidos en general, en cuyo número se hallan los *álcalis*; estos últimos tienen un sabor, pero es cáustico y no ágrio, y lejos de enrojecer los colores azules vegetales, les restituye, al contrario ese mismo azul que perdieron con un ácido. Los ácidos no se combinan casi nunca entre sí, pero son suceptibles de unirse á un gran número de óxidos, con los cuales forman *compuestos ternarios* (de tres elementos), conocidos con el nombre de *sales*. Desígnanse los ácidos, añadiendo la terminacion *ico* al nombre del cuerpo simple, como, *ácido bórico, ácido carbónico*. Si el cuerpo simple forma dos ácidos, combinándose con el oxígeno en dos proporciones, el mas oxigenado termina en *ico* y el menos oxigenado en *oso*, como, *ácido sulfúrico, ácido sulfuroso*. Las sales, combinaciones de un ácido con un óxido, se designan con el nombre del ácido, al que se le da una terminacion particular seguida del nombre del óxido ó del metal oxidado : así pues, se dice *sulfato de zinc* para indicar la combinacion del ácido sulfúrico con el óxido de zinc.

Los compuestos binarios formados por el azufre, el arsénico, el cloro, etc., llevan el nombre de *sulfuros*, de *arseniuros*, de *cloruros* etc.

Así pues, se dice *sulfuro de plomo*, para indicar la combinacion del azufre con el plomo. Dos sulfuros, dos arseniuros pueden, lo mismo que dos óxidos, dar con su combinacion orígen á compuestos ternarios que se llaman sulfuros dobles, arseniuros dobles, etc. Los compuestos binarios que resultan de la combinacion de los metales entre sí, toman el nombre de *aleaciones*. Las sales que contienen agua se llaman *hidratadas*.

Ya hemos dicho que se llama *átomos* á las partes materiales mas mínimas en que pueden dividirse los minerales por medio de las descomposiciones químicas, de modo que hay tantas especies diferentes de átomos, como cuerpos simples. Los átomos de una misma ó de diferentes especies, se agrupan ó combinan entre sí en diversas proporciones ó de diferentes modos para formar esas otras partículas de los cuerpos que hemos llamado *moléculas*, partículas que á pesar de ser mas complexas, se sustraen á nuestros sentidos por su extrema pequeñez, lo mismo que los simples átomos. Toda molécula de un compuesto, es una combinacion definida de átomos simples en la cual cada átomo de una especie, entra por un número determinado. Así, en las moléculas de los sulfuros metálicos hay á veces un átomo de

azufre por un átomo de metal, otros dos áto mos de azufre por uno de metal y así sucesivamente. Además, en la molécula de cada especie, los átomos elementales están siempre arreglados entre sí en el mismo órden, de modo que esta molécula tiene una forma determinada é invariable. Las moléculas de las diversas especies pueden, por consiguiente, diferir entre sí bajo tres puntos de vista, á saber : por la naturaleza particular de los átomos que los componen; por el número particular de los átomos de cada suerte; por el arreglo ó la disposicion relativa de los diversos átomos entre sí. Hay minerales que difieren á la vez bajo estos tres puntos de vista y los hay tambien que difieren uno de otro por la naturaleza de sus elementos, pero que parecen estar compuestos de números iguales de átomos reunidos del mismo modo. Otros están formados de los mismos átomos, unidos de un modo diferente, ya sea en iguales números, ya en distintos. En este último caso, puede aun suceder que los números absolutos de átomos sean diferentes, pero que los diversos átomos tengan entre sí las mismas proporciones relativas, por ejemplo, en uno de los compuestos, como uno es á dos, y en el otro como tres es á seis; y como el análisis químico no nos da á

conocer los números reales de átomos componentes y sí solo los números relativos, es claro que estos compuestos, aunque distintos, tendrán, segun los resultados del análisis, la misma composicion química aparente.

CARACTERES DE LOS MINERALES.

Los caracteres de los minerales son todas las cualidades ó propiedades que presentan y sirven para distinguirlos. Se les puede dividir en dos clases : los *caracteres químicos* y los *caracteres físicos*. Estos últimos se subdividen en *caracteres físicos propiamente dichos* y en *caracteres exteriores*. Entiéndese por caracteres exteriores los que se perciben á primera vista ó se presentan, digámoslo así, por sí mismos á la observacion, ó no exigen para distinguirlos ninguna prueba larga ó difícil ni ningun instrumento particular. Tales son los caracteres de estructura, de forma, de facetacion, de color, y generalmente todos aquellos de donde dimana la faz ó la fisonomía particular del mineral.

Caracteres exteriores.

De la estructura.

La *estructura* es el carácter que resulta de la disposicion de las partes en el interior de la

masa mineral. La estructura es simple si se trata de la disposicion de las mismas moléculas en el interior de una masa que parece homogénea y no presenta al ojo ninguna distincion de sus partes. Es *compuesta* cuando la masa está formada por la agregacion de un gran número de partes distintas de las cuales cada una posee una estructura simple. Entre las estructuras simples, hay una que merece una atencion particular; tal es la estructura regular que se llama *cristalina* y que consiste en una disposicion simétrica y uniforme de las moléculas en toda la masa del cuerpo, disposicion que es muy sensible, en muchos casos, por medio de la *facetation* ó *crucero*. Llámase así una especie de hendidura natural ó de division mecánica muy notable, de que son muy susceptibles la mayor parte de los cristales naturales y es una consecuencia de su estructura regular. Esta estructura, en efecto es tal, que el cristal puede ser considerado, en tal ó tal direccion, como si estuviese formado de cortes ó capas planas de moléculas, paralelas á esta direccion, por estar cada una de estas capas formada por hileras rectas de moléculas sobrepuestas entre sí. Estas hileras y capas no se tocan unas á otras, sino que están separadas por cruceros regulares, de modo que por medio de una laminita

de acero, introducida con tiento en la direccion de estas grietas (fig. 1) y sobre la cual se apoya ó golpea suavemente, se logra muchas veces vencer la adherencia de dos capas contiguas y poner á descubierto sus *junturas naturales*, es decir, las caras que están en frente unas de otras y que se presentan siempre bajo el aspecto de planos lisos y brillantes. Así es como se logra dividir con facilidad, en cierto sentido, las substancias muy comunes llamadas *yeso*, *mica*, *talco*, cuando están en masas cristalizadas. Claro está que cuando un cristal ha sido cortado ó facetado así, en un sentido, por estos cortes netos, debe ser posible seguir la facetacion en sus fragmentos, paralelamente á las nuevas faces que se han puesto en descubierto, de modo que el cristal entero puede dividirse en láminas paralelas, cada vez mas delgadas repetidas siempre en igual sentido; esto es la confirmacion mas positiva de la idea que hemos dado ya, de la estructura cristalina.



Fig. 1.

Hay substancias que no pueden ser netamente facetadas sino en un mismo sentido; hay otras que son susceptibles de facetacion en muchos sentidos á la vez, de modo que los fragmentos

que se desprenden de la masa por la percusion, son *poliedros*, es decir, sólidos terminados por muchos planos. Los primeros tienen una simple estructura laminar; los demás tienen una estructura poliédrica. Estos planos están siempre inclinados entre sí bajo los mismos ángulos en todas las masas cristalinas de la misma especie. Así pues, todas las masas cristalinas de caliza (carbonato de cal), se dividen siempre en fragmentos romboídeos, de una forma constante, representados en la figura 2. Todas las de galena (sulfuro de plomo) se dividen en fragmentos cúbicos etc. Este resultado nos demuestra cuan importante es la consideracion de la estructura cristalina para distinguir las especies de organizacion que es siempre la misma en cada especie, pero que varía de una á otra y de tal modo, que la diferencia es susceptible de una rigorosa apreciacion.


Fig 2.

Cuando los cruceros existen en número suficiente para que los planos que ponen á descubierto presenten, en su conjunto, un sólido completo y regular, como sucede en las dos substancias que acabamos de citar, este sólido se llama entonces *sólido ó poliedro de crucero*. Tambien se le da el nombre de *núcleo* porque

todas las masas cristalinas de la misma especie, pueden ser divididas, mecánicamente, en dos partes, sea cual fuere su configuracion exterior; una de estas partes es la parte central, que es la misma para todas, porque representa el sólido de crucero y hace en cada una de ellas el oficio de una especie de núcleo; la otra es la parte envainante, formada de capas de moléculas, aplicadas sucesivamente encima de las diferentes faces de este núcleo. Pronto volveremos á hablar de esta idea para hacernos cargo de la diversidad de las formas bajo las cuales se presentan los individuos de la misma especie mineral.

Hasta ahora no hemos considerado mas que los minerales de estructura simple regular. Pero la estructura simple puede ser irregular, es decir, que consiste en una reunion confusa de moléculas, por ejemplo, la estructura de las masas *vidriosas* y las de las piedras llamadas *compactas* como la ágata. En fin, hemos dicho que la estructura de ciertas masas podia ser compuesta, es decir, que puede resultar de la agregacion de un gran número de partes distintas que, tomadas por separado, tienen una estructura simple, cristalina ó compacta. Tales son las estructuras que se llaman *lamilares* ó *granosas*, cuando están formadas por la acu-

mulacion de un gran número de laminitas cristalinas ó de granitos, como el mármol de los estatuarios ó la arenisca de los empedrados; las que se llaman *fibrosas* y resultan de la reunion de fibras ó agujas reunidas entre sí, en forma de haz ó agrupadas por sus extremos en forma de rayos divergentes como el amianto, el yeso, etc.; las estructuras *oolíticas* que resultan de la reunion de globulillos redondos que se han comparado á huevos de pescados (el calcáreo oolítico, el mineral de hierro en granos); las estructuras *esquitosas* ó las de las masas compuestas de un gran número de hojitas separables como la pizarra; las estructuras *estratiformes* producidas por venas ó capas sucesivas que no pueden separarse, como la del alabastro venoso, etc.

De la forma de los minerales.

Los cuerpos inorgánicos no tienen una forma propia é invariable como los cuerpos orgánicos. Su configuracion exterior es accidental las mas de las veces, es decir, que resulta de circunstancias locales que han determinado la reunion de sus moléculas. Solo en las masas que han cristalizado lentamente y sin tropiezo y han tomado libremente una estructura simple cristalina y un acrecentamiento uniforme en todo

su contorno, es donde se observan formas regulares, poliédricas, esto es, terminadas por todas partes por caritas planas, lisas y á veces tan brillantes como las delas piedras preciosas trabajadas por la mano del lapidario. Ordinariamente se da el nombre de *cristales* á los cuerpos naturales que presentan exteriormente esas formas regulares junto con una estructura cristalina interiormente.

Un hecho muy notable, que distingue á los minerales de los seres orgánicos, es que la forma cristalina que, por su regularidad, parece que deberia estar determinada en cada especie, como la del animal ó del vegetal, no queda invariablemente la misma en todos los cristales pertenecientes á la misma substancia mineral. El mismo mineral se presenta frecuentemente bajo un gran número de formas cristalinas diferentes, todas igualmente regulares pero compuestas de faces que difieren por su número ó su figura. Sin embargo, si en estas formas, cuyo conjunto es siempre limitado, nos atenemos á considerar las que son de géneros esencialmente diferentes, veremos que tienen un caracter de simetría, que es el mismo para todas las que pertenecem á cada mineral, y se liga á la estructura cristalina interior, que ya sabemos que es invariable. Este carácter per-

mite hacerlas derivar todas de cualquiera de ellas: componen, pues, un conjunto, que cada una de las formas trae á la memoria y puede reproducir con facilidad; este conjunto es lo que se llama el *sistema cristalino* del mineral. Se conocen muchos sistemas cristalinos que difieren completamente por la naturaleza de las formas que les componen, pero el número de estos sistemas, esencialmente diferentes, es muy pequeño; la mayor parte de los mineralogistas le fijan en seis.

Una de las formas de un sistema cristalino, puede ser transformada sucesivamente en todas las demás; esta transformacion está indicada por la naturaleza misma, que en varias series de cristales, convenientemente escogidos y ordenados entre sí, nos demuestra una forma que pasa sucesivamente á todas las demás. Este paso gradual se efectúa por medio de facetas adicionales que reemplazan los bordes ó ángulos sólidos de la primera forma, como si estos bordes ó ángulos hubiesen sido truncados, sobre todo con respecto al número y á la posicion de las *truncaduras* ó facetas nuevas, de un modo simétrico relativamente á la primera forma. Esta, al principio, está solo lijeramente modificada por las facetas adicionales, pero aumentando poco á poco su extension, esas fa-

cetas acaban por ser dominantes y hacer desaparecer enteramente las caras primitivas entrecortándose mútuamente. De aquí deriva el medio geométrico que se emplea para hallar todas las formas de que se compone un sistema cristalino, tomando por punto de partida cualquiera de ellas; este medio consiste en truncar sucesivamente dicha forma sobre sus bordes ó ángulos, de todos modos posibles, con tal que sean simétricas y en prolongar las facetas de



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

truncatura hasta que se entrecorten y produzcan una nueva forma por medio de su reunion. Por ejemplo, el cubo[1] (fig. 3) puede ser truncado por una faceta sobre cada uno de sus ángulos, como se ve en la figura 4. Si se supone que las mismas truncaturas se han efectuado mas profundamente, las nuevas faces producidas habrán aumentado de extension á expensas de

1. Un cubo es un sólido terminado por seis faces ó caras cuadradas é iguales; es la forma representada por un dado.

las faces primitivas, que se hallarán reducidas á pequeños cuadrados (fig. 5). Así pues, la figura 5 no es mas que una simple modificacion de la fig. 2; es el mismo surtido de faces con solo diferentes dimensiones.

Habiéndose multiplicado las ocho caritas de forma triangular ó prolongádose hasta entrecortarse y hacer desaparecer las caritas cuadradas, presentan entonces un octaedro[1] regular (fig. 6). Este mismo sólido puede ser modificado sobre cada uno de sus bordes por una carita como se ve en la fig. 7. Como todas estas caritas son en número de doce, su reunion



Fig. 6



Fig. 7.



Fig. 8.

forma un dodecaedro[2] de caras romboídeas (fig. 8).

1. En mineralogía los octaedros son unos sólidos de ocho caras triangulares. El octaedro regular es aquel que tiene todos los lados iguales, ó que está terminado por ocho triángulos equilaterales.

2. El dodecaedro es un sólido terminado por doce ca-

Todas las formas pueden deducirse así de una cualquiera entre ellas, y la que se escoge por base ú orígen del sistema se llama *forma fundamental ó primitiva*. Todas las demás son, con respecto á esta última, formas *derivadas ó secundarias*. Ordinariamente se escoge por forma primitiva al sólido de crucero ó al núcleo que forma siempre parte de las formas del sistema. No continuaremos el exámen de todas las formas que componen el sistema del que hace parte el cubo y que podemos llamar el *sistema del cubo*. Entre los minerales cuyas formas cristalinas se refieren á este sistema, nos limitaremos á citar la sal comun ó marina y la pirita ordinaria (ó sulfuro de hierro amarillo).

Además del sistema del cubo, existen aun cinco sistemas cristalinos en cuyos pormenores no podemos entrar aquí, limitándonos tan solo á indicar algunas de las formas mas sencillas que pueden servir para caracterizar á cada uno de ellos y á denominarle. El segundo sistema es el que puede llamarse *sistema del romboedro*[1] porque la forma mas sencilla que se toma

ras. El rombo ó losange es una figura de cuatro lados iguales, pero no perpendiculares, como los del cuadrado.

1. Un romboedro ó romboide es una especie de paralelipípedo formado de seis rombos iguales; tiene un eje que

por fundamental es el romboedro (fig. 9 y 10). Las formas secundarias principales son el dodecaedro ó la doble pirámide de doce triángulos iguales é irregulares (fig. 11); el prisma[1]

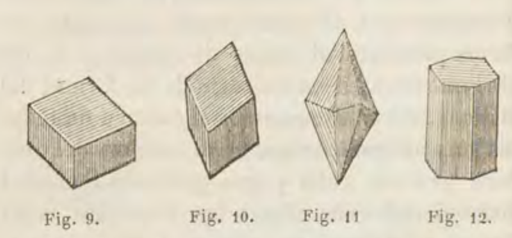


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11 Fig. 12.

regular de seis lados (fig. 12) y el dihexaedro ó dodecaedro de triángulos isóceles (fig. 13).

pasa por dos ángulos sólidos opuestos y se coloca verticalmente. El paralelipípedo es en general un sólido con seis caras iguales y paralelas dos á dos. El romboedro es obtuso (fig. 9) cuando el ángulo plano de dos aristas, que van á parar á una de las cimas, es mayor que el ángulo recto; es agudo (fig. 10) cuando este ángulo es mas pequeño que el ángulo recto

1. Un prisma es un poliedro terminado en su parte superior é inferior por dos figuras iguales y paralelas, y lateralmente por otros tantos paralelógramos cuantos lados tiene cada una de esas figuras. Un paralelógramo es una figura de cuatro lados, que tiene los opuestos iguales y paralelos. Las dos faces terminales son las bases del prisma; las faces laterales son los lados. Un prisma es recto cuando su base es perpendicular sobre los bordes laterales; es oblícuo cuando la base está inclinada sobre estos mismos bordes.

Entre los minerales cuyas formas se refieren á este sistema se hallan el calcáreo (ó carbonato de cal) y el cuarzo (ó cristal de roca).


Fig. 13.

El tercer sistema tiene por forma fundamental el *prisma recto de bases cuadradas* (fig. 14) que por la truncadura de los bordes de sus bases, pasa al octaedro de base cuadrada (fig. 15). Ejemplo, el circon, el óxido de estaño.

El cuarto sistema es el del *prisma recto de bases rectángulas* (fig. 16). Este prisma se


Fig. 14.


Fig. 15.


Fig. 16.

transforma, por la truncadura de sus bordes laterales, en un prisma recto de bases rombas; y cada uno de estos prismas da orígen á un octaedro recto de base semejante á las suyas

1. Un octaedro puede ser considerado como una doble pirámide de base cuadrangular.

2. Un rectángulo, es un paralelógramo que tiene todos sus ángulos rectos.

cuando está truncado sobre los bordes de estas últimas. Los cristales de azufre, de topacio, pertenecen á este sistema.

El quinto sistema es el del *prisma* oblicuo con *base rectangular* (fig. 17). Las formas principales de este sistema son, como las del precedente, prismas y octaedros con base rectangular ó romboidea, pero oblicuas, v. g. el yeso, el feldespato, el anfibol, el pirójeno.

El sexto sistema tiene por forma fundamen-

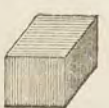


Fig. 17.

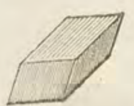


Fig. 18.

tal el *prisma oblicuo*, cuya base es un paralelógramo irregular (fig. 18); las formas simples de este sistema son prismas y octaedros oblicuos con base paralelógrama, como la axinita.

Un sistema cristalino es un conjunto de formas generales que se halla en muchas especies diferentes. Cada forma de este sistema, si se la considera en la misma especie mineral, se presenta con los mismos ángulos en un gran número de cristales procedentes de parajes

rámide encima de ella; y luego, con la retirada
d icesiva y regular de sus bordes, que estarán
fij ncados todos sobre planos, producirán las
do tas ó caras modificantes, las cuales rodea-
nom n núcleo, tocándole cada uno en uno de
dinaria des ó de sus ángulos.
con seis 21 puede dar una idea
Estos do con que un mineral,
de la t ne un cubo por núcleo,
no en l pasar al dodecaedro
tes (pues por una descrecen-



Fig. 21.

sino en la bordes. En estas clases de represen-
Al pasar de upone que las mismas moléculas
temas de form a semejante á las del núcleo.
conservan los m linas no tienen siempre toda
en la esmeralda y ra de desear, pues están
como el cuarzo, pertenec acrecentamiento des-
del romboedro, se hallan por la redondez de
cristales de la forma represen cede en las for-
la fig. 19; pero en cada especie *rticulares,*
inclinacion de una faz de la pirámide
lado correspondiente, tiene un valor particular.

Ya que los ángulos de cada variedad de formas cristalinas son invariables en la misma especie y mudan, en general, de una á otra, su medida debe dar al mineralogista un carácter de bastante valor, si puede obtenerla con suficiente precision. Para alcanzar este resultado se emplean unos instrumentos llamados *gonio-*

cuando está truncado sobre los bordes de estas últimas. Los cristales de azufre, de topacio, ¹les pertenecen á este sistema. que

El quinto sistema es el del *prisma* oblic' ın se- con *base rectangular* (fig. 17). Las fo: ido en principales de este sistema son, como la círculo precedente, prismas y octaedros con base. o que tangular ó romboidea, pero oblicuas, v. el cen- yeso, el feldespato, el anfibol, el piróxeno láminas

El sexto sistema tiene por forma fun'



Fig. 17.

.ristales que
mineral, po-
ormados de dos
rte comun que es el
ble que se compone de
bre las diferentes faces de
ues, la variacion de esta parte
tal el *prisma* o*b*ta no puede dimanar mas que
lógramo ir..ios que experimentan, en su figura
de extension, las láminas cristalinas que se elevan por encima de cada faz del núcleo. Si estas láminas van disminuyendo sucesivamente, sea sobre sus bordes sea hácia los ángulos, y si esta disminucion se efectúa uniformemente por la sustraccion constante de una ó muchas hileras de moléculas, las láminas que recubran cada faz del núcleo, se elevarán en forma de pi-

rámide encima de ella; y luego, con la retirada sucesiva y regular de sus bordes, que estarán alineados todos sobre planos, producirán las facetas ó caras modificantes, las cuales rodearán el núcleo, tocándole cada uno en uno de sus bordes ó de sus ángulos. La fig. 21 puede dar una idea del modo con que un mineral, que tiene un cubo por núcleo, puede pasar al dodecaedro romboidal por una descrecencia de sus bordes. En estas clases de representaciones, se supone que las mismas moléculas tienen una forma semejante á las del núcleo.



Fig. 21.

Las formas cristalinas no tienen siempre toda la perfeccion que fuera de desear, pues están alteradas á menudo por el acrecentamiento desmedido de ciertas partes ó por la redondez de las faces y aristas. Es lo que sucede en las formas que se llaman *esferoidales*, *lenticulares*, *aciculares* (ó en forma de agujas), *cilindroideas*, etc. Tambien los cristales se hallan rara vez aislados en la naturaleza. Los de una misma especie se agregan frecuentemente de diversos modos entre sí y forman grupos cuya configuracion exterior es mas ó menos regular. En las figuras 22 y 23 se ven cuatro cristales de estaurótida (ó piedra de cruz), reunidos de

modo que forma una cruz rectangular ú oblicuada.

Los cristales, con su reunion, producen grupos irregulares que no pueden describirse y


Fig. 22.


Fig. 23.

denominarse mas que en los casos en que sus formas prese tan alguna analogía con las de cuerpos conocidos, como los agrupamientos llamados *dendríticos* y *coraloídeos*. Los dentritas ó arborizaciones son debidas á unos cristalitos que se agrupan implantándose en hilera unos tras de otros y producen, de este modo, ramificaciones cuyo conjunto presenta el aspecto de un arbolito. Estas ramificaciones recuerdan exactamente las que forma el frio en los vidrios, durante el invierno, congelando la humedad del aire. A veces estas especies de arborizaciones no son mas que superficiales sobre la piedra que las presenta y á veces penetran profundamente en la espesura de la substancia. Los agrupamientos coraloídeos se de-

ben á una multitud de agujitas cristalinas, implantadas en todo sentido al rededor de un eje comun, formando ramas cilíndricas que se contornean y ramifican entre sí como el coral. Tal es la variedad del aragonito, que antiguos mineralogistas llamaban *flos ferri* porque acompaña ordinariamente á los minerales de hierro en bruto. Se da el nombre de *drusa* á una capa cristalina, formada de cristales apretados unos contra otros y reviste la surfaz de una substancia de naturaleza diferente.

Entre las formas accidentales é irregulares que pueden ofrecer los minerales, se distinguen : 1º las *estalactitas* que son unas especies de conos alargados, llenos ó huecos, semejantes por su forma á esas agujas de hielo, llamadas carámbanos, que penden de los tejados durante el invierno (fig. 24). Se las halla colgadas en las bóvedas de las grutas subterráneas, al través de las cuales ha goteado un líquido cargado de partículas, la mayor parte de las veces calcáreas. Estas partículas se deponen á medida que se secan las gotas. Una parte del líquido, al caer en el suelo, forma en él otros depósitos ordinariamente apezonados, que se



Fig. 24.

llaman *estalagmitas*. A veces estos últimos depósitos, á medida que se acrecientan, van á reunirse con las estalactitas que penden de las bóvedas y forman con el tiempo enormes columnas que decoran majestuosamente lo interior de las cavernas. Existen varias grutas notables bajo este punto de vista, siendo la de Antíparos, en Grecia, una de las mas célebres que se conocen. Tournefort la visitó y este botánico, al verla, se figuró que las piedras vegetaban como las plantas.

2° Los *oólitos*. Son unos glóbulos compuestos ordinariamente de capas concéntricas y cuya materia ha sido depuesta por un líquido en movimiento al rededor de granitos de arena que ha levantado. El volúmen de los glóbulos va creciendo durante su suspension hasta que llegan á ser muy pesados y caen en el fondo del agua para formar allí, pegándose unos á otros, masas de estructura oolítica. Eso es lo que se ve en las aguas cargadas de partículas calcáreas de los baños de Carlsbad en Bohemia, de Tívoli cerca de Roma, de Vichy en Auvernia.

3° Los *nódulos* ó *riñones*, cuerpos redondeados de estructura compacta y muchas veces estratiforme, que se hallan diseminados en medio de rocas de diferente naturaleza. Tales

son los riñones de silex ó pedernal que están en medio de la piedra caliza. Estos riñones pueden formarse al mismo tiempo que la materia que les rodea, ó pueden tambien ser posteriores al depósito ó consolidacion de la misma materia, pues muchas veces se ven líquidos cargados de partículas pétreas ó metálicas que se infiltran en las cavidades de ciertas rocas, incrustan las paredes y acaban por llenarlas totalmente. A estos nódulos, cuando son de pequeño volúmen, se les da el nombre de *almendras*. Los riñones formados por via de infiltracion, están compuestos de capas que han ido agregándose, una tras otra, en direccion de la superficie al centro. Estos depósitos sucesivos se hacen muchas veces palpables, en la capa de los nódulos, por zonas de diferentes colores, como se ve en las ágatas onix (fig. 25). Los nódulos, producidos así, rara vez están llenos, pues queda ordinariamente, hácia el centro, una cavidad mas ó menos grande ocupada por una materia sólida ó pulverulenta que, no llenándola enteramente, forma en ella una especie de núcleo móvil que resuena en lo interior cuando se agita el nódulo. Estos riñones huecos se llaman comunmente *geodas* : los


Fig. 25.

que son de cierto mineral de hierro en bruto, se conocen con el nombre de *piedras de águila*. Existen aun otras formas redondas que han sido producidas por causas accidentales posteriormente á la época en que se consolidó el mineral; así son las *chinas ó guijarros rodados* que se encuentran con tanta abundancia en el álveo de los torrentes, en las orillas de los desagües de los grandes rios, en las riberas y fondo del mar, y forman además inmensos montones en lo interior de las tierras, no solo en la superficie del suelo, sino á grandes profundidades y á alturas considerables sobre el nivel de las llanuras. Es fácil formarse una idea justa del orígen de estos depósitos, pues, aun en nuestros dias, se ven otros semejantes formarse y acumularse en el fondo de los valles y en todas las partes bajas de nuestros continentes. Estos guijarros provienen de los restos de rocas descompuestas, de fragmentos desprendidos de las montañas, de las márgenes de los rios ó de las orillas del Océano, los cuales arrastrados por los torrentes, los rios ó las olas del mar, se gastan y redondean con su roce mútuo, unido á la accion corrosiva de las aguas corrientes. Cuando estos guijarros están reducidos á granos, se les da el nombre de *asperon ó arena*, y cuando

los granos de arena y aun los mismos guijarros, están reunidos entre sí en una masa solida, lo cual sucede con frecuencia por medio de un cemento de variada especie, forman lo que se llama *almendrilla* ó *grés*.

4° Las *masas prismáticas* ó *columnarias* producidas por la retirada de las masas pétreas que se han secado, ó de materias fundidas que se han resfriado lentamente. Por la disecacion ó el enfriamiento, se rajan estas materias en diferentes sentidos y se dividen en fragmentos poliédricos que tienen á veces una aparente regularidad. Por esto los basaltos, que son antiguas lavas de volcanes, están divididos por grietas planas en grandes columnatas prismáticas (fig. 26) de cuatro, cinco ó seis caras. La mayor parte de las veces, estas masas basálticas están divididas en grandes prismas parecidos á los hexagonales. Otras veces los prismas están de pié ó en posicion vertical, pero de cuando en cuando, están inclinados y colocados uno al lado de otro. Cuando están derechos, ofrecen á lo lejos, el aspecto de una vasta columnata; pero cuando se les mira al pié de la masa, el

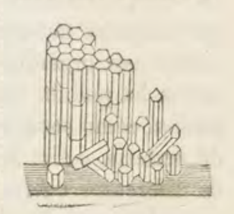


Fig. 26.

suelo basáltico se presenta entonces como un inmenso empedrado, compuesto de baldosas hexagonales, lo cual le ha hecho dar el nombre de *calzada de los gigantes*. Las arcillas y las margas secas, están frecuentemente atravesadas por grietas mas ó menos regulares y cuando estas grietas se han llenado posteriormente de una infiltracion de materia diversamente coloreada, resultan, en el corte de la masa, especies de mosáicos que se designan, en general, con el nombre de *ludus*. Con estas masas se hacen tablas para cubrir las cómodas.

5° Los *pseudomorfosos* ó formas postizas, es decir, extraños al mineral que las presenta, por haberlas tomado de otros cuerpos preexistentes, sea orgánicos ó inorgánicos. Esta forma agena ha podido verificarse : 1° por la *incrustacion*, como sucede cuando las aguas cargadas de materia caliza la deponen en la superficie de diferentes cuerpos organizados, animales ó vegetales, revistiéndoles de una corteza pétrea que traza su forma exterior con mas ó menos fidelidad. En Saint-Alyre, cerca de Clermont y en otros parajes, existen manantiales que poseen esta virtud incrustante : sumérgense allí nidos de pájaros, cestos de frutas, ramas de árboles que en poco tiempo se cubren de una costra pétrea. No es esto, como se cree comunmente,

petrificaciones, sino simples incrustaciones ó capas pétreas, bajo las cuales pueden conservarse los cuerpos orgánicos mas ó menos tiempo sin alteracion. 2° Por *moldaje*, cuando estando aun blanda una materia pétrea, va á modelarse en el interior ó alrededor de las conchas ú otros cuerpos orgánicos huecos, de modo que forman un molde ó una representacion de su superficie interior ó exterior. 3° Por *petrificacion* ó substituciou gradual de una substancia á otra, cuando los elementos de un cuerpo orgánico son expulsados en totalidad ó en parte, en virtud de acciones químicas, y reemplazados luego, molécula por molécula, por otros elementos que dejan subsistir no solo la forma, sino aun la estructura del primer cuerpo. Las petrificaciones mas notables son las que nos presentan los leños ó maderos fósiles. La materia pétrea representa tan exactamente la forma del vegetal y todos los detalles de su organizacion interna, que muchas veces se puede reconocer la clase de plantas á que pertenecen los maderos. El reino animal presenta tambien petrificaciones que provienen generalmente de las partes duras de los animales, como los huesos, las conchas de los testáceos, partes que pueden conservar su forma bastante tiempo, mientras permanecen

en la tierra, para que la materia petrificante las penetre lentamente. Ciertas capas de tierra abundan en despojos orgánicos mas ó menos bien conservados en petrificaciones, moldes ó figuras de plantas y animales: todos estos vestigios de organizacion antigua que oculta la tierra, es lo que generalmente se llama *fósiles*, y son muy útiles para el estudio de la geologia.

De la fractura.

Se entiende por *fractura* el aspecto particular que presenta la superficie nueva que se ha producido artificialmente en un mineral del cual se acaban de desprender fragmentos por medio de la percusion. Se considera la fractura bajo tres puntos de vista diferentes, á saber: bajo el de la estructura interior, á la que pone en descubierto, y en este sentido es cuando se dice que la fractura es lamelosa, granada ó compacta; bajo el punto de vista del brillo de las nuevas superficies (fractura vítrea, resinosa, cerosa, etc.); bajo el punto de vista de la forma (fractura concoidal, que presenta superficies curvas, marcadas con estrias como las conchas; fractura escamosa, áspera, plana, etc.).

Del aspecto exterior.

La superficie natural del mineral ofrece tam-

bien en su aspecto un conjunto de caracteres que determinan aun mejor que todos de los que hemos hablado hasta ahora, la verdadera faz ó la fisonomía propia del mineral. Estos caracteres son los que saltan á la vista y hacen reconocer un cuerpo desde el momento en que se presenta, porque han dejado en el ánimo una impresion que se despierta al ver de nuevo al objeto. Esta impresion es el resultado de las sensaciones diversas que nos hace experimentar la forma, el color, el brillo y el grado de transparencia del mineral. Los minerales son ó completamente transparentes ó translúcidos ú opacos. Hay substancias que son opacas en grandes masas y que se vuelven transparentes cuando se las reduce á láminas delgadas, ó que son translúcidas hácia los bordes adelgazados de sus fragmentos. El brillo de las superficies varía mucho en los minerales; es ó metálico ó vítreo, ó resinoso ó anacarado, etc. El color es propio del mineral ó accidental; se llama propio cuando es uniforme y constante en un cuerpo, porque es la propiedad de sus moléculas. El color accidental es el que depende de la presencia de partículas coloreadas extrañas á las que constituyen la especie mineral; este último no es ni constante, ni repartido con uniformidad en la misma masa; no se observa mas que

en las variedades mezcladas de la especie. Existen tambien algunos minerales que tienen colores cambiantes ó presentan reflejos móviles ó tornasolados; estos curiosos fenómenos son el resultado de una estructura ó disposicion particular, ya sea de las capas superficiales, ya de las partes interiores de la masa.

Caracteres físicos.

Los caracteres físicos son los que se manifiestan en un mineral á consecuencia de alguna accion física que no altera su composicion molecular. Tales son los caracteres conocidos con los nombres de *pesantez específica*, dureza, refraccion, y las propiedades eléctricas y magnéticas.

Los minerales de diferente naturaleza no tienen el mismo peso en igual volúmen. Se da el nombre de *pesos específicos* á los números que indican cuantas veces las diferentes substancias naturales pesan tanto como el agua, suponiendo á esta reducida al mismo volúmen que las primeras. Para determinar la pesantez específicá de un cuerpo, es menester pesar primero el cuerpo, luego un volúmen de agua igual al suyo, y buscar cuantas contiene el primer peso al segundo. Para tener el peso del agua bajo un volúmen igual al del cuerpo, basta pesar á este segunda vez teniéndole sumerjido

en el agua, lo cual puede hacerse atándole á un hilo suspendido debajo de uno de los platillos de la balanza. En esta segunda pesada perderá el cuerpo una parte del peso que tenia en el aire, y esta diferencia de peso medirá precisamente el peso del agua que se busca.

Los cuerpos naturales, en virtud de la cohesion que reune las partículas, oponen una resistencia mas ó menos grande al esfuerzo que se hace para rayarlos con una pua de acero ó con las partes agudas de otro cuerpo. Esta resistencia es lo que en mineralogia se llama *dureza*, y se dice que un mineral es mas ó menos duro que otro, segun que le raye ó sea rayado por él. Así, el diamante es el mas duro de todos los minerales, porque los raya á todos, sin que ninguno pueda rayarle. Siendo la dureza una propiedad relativa, se necesita, para expresarla, tomar términos de comparacion entre las substancias comunes. De este modo se distinguen los minerales que rayan la caliza ó el mármol, de los que no lo rayan, y asimismo los que rayan ó no el cristal de roca, etc. No hay que confundir la dureza definida así con la tenacidad, que es la resistencia al choque. Un mineral muy tenaz es el que se rompe con dificultad, pero hay substancias tenaces que son muy tiernas y otras duras que son muy

frágiles. Cuando un mineral está dotado de cierto grado de dureza y de tenacidad á la vez, tiene la propiedad de producir chispas por el choque del eslabon, como sucede con el pedernal. Ciertos cuerpos tienen la propiedad de dejarse estirar ó aplastar por la presion ó por el choque del martillo; entonces se dice que estas substancias son *dúctiles* ó *maleables*.

La *refraccion* es el cambio de direccion que experimentan los rayos luminosos, cuando al caer oblicuamente sobre la superficie de un cuerpo transparente, penetran en su interior. Todos los minerales cristalizados y transparentes tienen la propiedad de reflejar la luz, pero unos se limitan á desviarla sin dividirla y dícese entonces que tienen la refraccion simple, como el diamante : otros manifiestan una *refraccion doble* en el sentido de que cada rayo luminoso que les atraviesa, se divide generalmente en otros dos rayos que siguen diferentes direcciones, lo cual se reconoce en que estos dobles rayos producen dos imágenes de cada objeto que se mira al través del cuerpo. Este fenómeno, fácil de observar en la caliza transparente (*espato de Islandia*), se manifiesta con mas ó menos dificultad en todas las substancias cristalizadas, excepto aquellas cuyas formas pertenecen al sistema del cubo y del octaedro regular.

En los minerales se desarrollan las propiedades eléctricas, sea por la frotacion, sea por la presion, sea cuando se aumenta ó disminuye la temperatura calentándoles ó dejándoles enfriar. Los que se electrizan por el calor, manifiestan ambas clases de electricidad á la vez, es decir, que hay siempre dos puntos opuestos llamados *polos*, que gozan de propiedades contrarias. Entre las substancias metálicas hay tambien algunas que poseen la propiedad magnética, es decir, que pueden obrar sobre una aguja imantada, como la de una brújula, para hacerla mover atrayendo y á veces rechazando uno de sus extremos. Solo el hierro y ciertas masas minerales que le contienen, se hallan, en la naturaleza, en estado de obrar así de un modo sensible, sobre la aguja imantada.

Caracteres químicos.

El análisis químico de un mineral es una operacion que nos da á conocer si un mineral está compuesto de un solo elemento ó principio indescomponible ó de muchos elementos. En este último caso, que es el mas comun, la operacion química logra separar estos elementos y determinar la naturaleza y la proporcion en peso de cada uno de ellos. Así es como nos demuestra que la piedra calcárea está compuesta,

sobre 100 unidades cualesquiera de peso, de 44 de ácido carbónico y de 56 de cal; y nos daria del mismo modo la composicion del ácido carbónico en carbono y oxígeno y la de la cal en oxígeno y calcio. El resultado de un análisis nos revela todo lo que es posible conocer tocante á la composicion química de un cuerpo, es decir, su composicion química aparente. La operacion que consiste en analizar completamente un mineral, no puede hacerla mas que un químico; pero en cuanto ha sido hecha una vez sobre todos los minerales, para reconocer una de sus variedades, bastará al mineralogista hacer un simple ensayo químico, es decir, tomar una partícula y sometiéndola á la accion de varios agentes llamados reactivos, establecer la naturaleza de los elementos que la componen sin ocuparse de sus proporciones. Hay dos modos de examinar químicamente los minerales; por la *via seca*, con fuego y reactivos sólidos y por la *via húmeda* cuando no se emplean sino reactivos líquidos.

El exámen de los minerales por la via seca se hace por medio del soplete, instrumento que emplean los joyeros, el cual se compone esencialmente de un tubo metálico doblado en uno de sus extremos, donde termina por una abertura muy estrecha. Se sopla en el tubo por

el otro extremo y dirigiéndose la corriente de aire que sale, hácia la llama de una lámpara, alarga á esta en forma de dardo cuya punta posee un calor muy intenso. La partícula de mineral que se quiere someter á la accion de esta llama, se toma con unas tenacillas de platina ó se coloca sobre una hoja delgada del mismo metal, ó sobre un pedazo de carbon en el cual se ha hecho un pequeño hueco. La llama del soplete opera, ya sea la *fusion* del mineral, ya su *oxidacion* si este es combustible y se tiene cuidado de calentarle al contacto del aire, colocándole exactamente en la punta de la llama, ya sea su *reduccion* ó desoxidacion si es un cuerpo oxigenado y se le calienta sin el contacto del aire, colocándole enteramente en medio de la llama. Cuando el mineral ha sido fundido se logra obtener un esmalte, un vidrio de colores diferentes ó una escoria. La accion del fuego opera tambien algunas veces el desprendimiento de ciertos vapores que pueden reconocerse por el olor y color, ó recogiéndoles por medio de un tubo al través del cual se ha calentado el mineral. Muchas veces, á la substancia que se examina, se mezcla un reactivo que ayuda su descomposicion ó un fundente que facilita su fusion y da al vidrio un color característico. Los reactivos y fundentes mas comunmente

empleados, son el borax, la sosa (al estado de carbonato) y el fosfato de sosa y amoniaco.

El exámen por la via húmeda consiste generalmente en poner en solucion al cuerpo en un líquido (el agua ó un ácido), y derramar, en porciones de esta solucion, diferentes reactivos líquidos, que separan sucesivamente los elementos que se buscan, sea precipitándolos en el fondo del vaso bajo forma de polvos (*precipitado*), sea desprendiéndoles bajo forma de burbujas gaseosas que atraviesan la solucion borbotando (*efervescencia*). El olor ó la coloracion del gas que se desprende, el color del precipitado ó los caracteres que manifiesta, cuando se le trata de nuevo por los reactivos, dan los medios de conocer la naturaleza de los principios que se han aislado así. Los reactivos que se emplean en esta investigacion son los principales ácidos y álcalis de la química: el ácido nítrico, el ácido sulfúrico, la potasa, el amoniaco, etc.

CLASIFICACION DE LOS MINERALES

Ya hemos dicho en la página 7 lo que ha de entenderse por *especie* en mineralogia; es el conjunto de todas las masas que existen individualmente y tienen la misma composicion mo-

lecular, lo cual hace que se parezcan por los caracteres mas importantes y se distingan solo por simples diferencias de estructura y de forma que constituyen las variedades de cada especie. Al comparar las especies entre sí, se ve que muchas tienen una gran analogía de composicion y caracteres, sin que la semejanza sea completa; de la reunion de estas especies semejantes se hace una nueva asociacion que toma el nombre de *género*, y de los géneros mas vecinos un grupo llamado *órden ó familia*, que no es mas que un gran género. Los órdenes, agrupados despues segun algunos caracteres muy generales, dan las *clases* que son las divisiones mas elevadas del reino mineral. De este modo, el mecanismo de la clasificacion mineralógica es tal, que el reino entero se halla dividido en un corto número de clases; cada clase se divide á su vez en divisiones mas ó menos grandes llamadas *órdenes ó familias*, cada *órden* en grupos menos extensos llamados *géneros*, cada género en grupos mas pequeños que son las *especies*, y cada especie, enfin, en variedades. Sin embargo, en razon del corto número de especies que encierra aun el cuadro general y de lo imperfecto de nuestros conocimientos sobre la composicion de un gran número de entre ellas, la mayor parte de los mi-

neralogistas se limitan á establecer provisionalmente entre las clases y las especies una sola division intermedia, á la cual se la puede dar indiferentemente el nombre de órden ó género.

El conjunto de las substancias inorgánicas naturales puede dividirse desde luego en dos grandes secciones, de las cuales una comprende las *substancias atmosféricas*, esparcidas en estado gaseoso en la atmósfera que rodea nuestro globo terrestre y la otra comprende las *substancias terrestres ó minerales* propiamente dichos, que casi todos son sólidos, algunos líquidos, y forman parte de las diversas masas de que se compone el globo. La forma gaseosa de las primeras, las distingue muy claramente de los minerales, privándolas de casi todos los caracteres de que están provistos estos últimos. Unas, que hacen parte esencial de la atmósfera, facilitan los elementos de los seres inorgánicos que viven en medio de ellas. Las demás, que no tienen sino una existencia local y accidental, provienen, al contrario, de la descomposicion de los cuerpos inorgánicos, ó se desprenden del interior de la tierra por las chimeneas de los volcanes. Reunimos todas estas substancias para formar la primera clase del reino mineral bajo el nombre de clase de las substancias aeriformes ó de *gases*; pero nos ceñiremos,

por decirlo así, á mencionarlas sin entrar en ningun detalle descriptivo, porque la determinacion é historia de estas substancias pertenecen exclusivamente á la química.

Dividimos las substancias terrestres ó minerales, propiamente dichos, en otras tres clases que son : la clase de las substancias inflamables ó *combustibles*, la clase de las substancias metálicas ó *metales* y la clase de las substancias litoideas ó *piedras*. La clase de los combustibles comprende todas las substancias inflamables ó los combustibles no metálicos, tales como el azufre, el carbon, etc. Estas substancias ni tienen el aspecto metaloídeo, ni la gran densidad, ni las demás propiedades que caracterizan las substancias metálicas. El género de combustion que les es propio las separa igualmente de un modo muy marcado de los metales y de las piedras. La clase de los metales comprende todas las substancias que no encierran tierras ni ácidos y se componen de metales propiamente dichos (véase pág. 11) ya libres, ya en el estado nativo, ya aliados entre sí, ya transformados en minerales en bruto por su combinacion con el oxígeno ó el cloro, azufre, arsénico, etc. Estas substancias tienen naturalmente el brillo metálico ó pueden adquirirlo por medio del bruñido ó por la reduccion

con el soplete. Son ordinariamente muy densas, opacas, y dotadas de un color propio que se queda vivo despues de la trituracion. La clase de las piedras comprende todas las substancias no combustibles y sin brillo metálico, de las cuales la mayor parte son oxidadas y acidíferas, es decir, todos los *ácidos* y compuestos á que se da el nombre de *sales*. Tienen ordinariamente el aspecto vidrioso en los cristales y terroso en las masas no cristalinas; son transparentes cuando están cristalizadas y puras, pero no tienen color propio cuando su ácido está formado por un cuerpo simple no metálico y son de base terrosa ó alcalina. Las que tienen por base un óxido de metal, propiamente dicho, son reductibles, con mas ó menos facilidad, en glóbulo metálico, por medio del soplete ó de los reactivos. Esta exposicion de las clases del método mineralógico, se halla resumida en el cuadro siguiente :

			CLASES.
REINO MINERAL	I. Substancias atmosféricas gaseosas.		1. LOS GASES.
	II. Substancias terrestres ó minerales propiamente dichos, líquidos ó sólidos.	inflamables.	2. LOS COMBUSTIBLES.
		metálicos.	3. LOS METALES.
		litoídeos.	4. LAS PIEDRAS.

Nada diremos de la primera clase por la

razon que ya hemos dado mas arriba. La segunda clase no contiene mas que un corto número de especies que se dividen en cinco géneros : los *carbones fósiles* (diamante, grafito, antracita, hulla); los *betunes* (tales como la nafta, el petróleo, el asfalto); las *resinas fósiles* (tales como el sucino); las *sales orgánicas* (melito, guano, etc.); los azufres (azufre nativo, azufre seleniado).

La tercera y cuarta clase se dividen en *órdenes*, segun la composicion química; cada órden puede subdividirse despues en cierto número de tribus, segun los sistemas cristalinos (tribu de los *cúbicos* ó minerales que cristalizan segun el sistema del cubo; tribus de los *romboedricos*, de los *cuadráticos* ó substancias que cristalizan en prisma cuadrado, de los *rómbicos*, de los *clinorómbicos*, etc.).

Los principales órdenes de la tercera clase, son : el órden de los *metales nativos* (arsénico, antimonio, bismuto, cobre, plata, oro, platina); el órden de los *arseniuros* (arseniuro de plata, arseniuro de hierro, arseniuro de niquel, arseniuro de cobalto); el órden de los *sulfuros* (cinabrio, galeno, blenda, piritas, etc.); el órden de los *cloruros* (cloruro de plata, etc.); el órden de los *óxidos metálicos* (óxido de estaño, óxidos de manganesio, óxidos de hierro, etc.).

La cuarta clase se divide en diez y ocho órdenes cuyas principales son las siguientes : el órden de los *óxidos* no metálicos (ácido bórico, sílice ó cuarzo, alumina ó corindon); el órden de los *cloruros ó hidroclorates* (sal marina, sal amoniaco); el órden de los *fluoruros* (fluorina); el órden de los *carbonatos* (caliza, dolomia, hierro espático, malaquita, azurita); el órden de los *sulfatos* (gipsio, baritina, alumbre); el órden de los silicatos (feldespato, micas, anfibolitas, piróxenos, granates, esmeralda, topacio, turmalina); el órden de los *aluminatos* (espinela, etc.); el órden de los *titanatos* (esfeno, etc.); el órden de los *tungstatos* (scheelita, wolfram); el órden de los *cromatos* (plomo rojo, etc.).

DEL ORÍGEN Y DEL YACIMIENTO DE LAS MASAS MINERALES.

Las diferentes masas minerales que componen la parte exterior y visible del globo terrestre, difieren mucho con respecto al modo y época de su formacion, de su modo de ser y de su abundancia relativa. Las hay que han sido formadas en las épocas mas remotas á que se pueda ascender en la historia de la tierra; otras lo han sido posteriormente en épocas sucesivas, sea con nuevos materiales sacados

del interior, es decir, procedentes de puntos situados debajo de las masas formadas primitivamente, sea con los elementos ó restos de una parte de estas masas descompuestas ó desprendidas posteriormente á su formacion; las hay, en fin, que se producen aun á nuestra vista, mientras que otras se destruyen y desaparecen, y probablemente no habrá término para esta serie de formaciones y destrucciones sucesivas.

Entre los minerales y seres orgánicos existen diferencias notables relativamente al orígen, crecimiento, condiciones y duracion de la existencia. Se sabe como nacen, crecen y mueren los animales y plantas. Pero un mineral no nace, propiamente hablando, sino que se forma por la justaposicion de moléculas, que una atraccion recíproca mantiene reunidas, y estas mismas moléculas no son mas que otras reuniones de átomos determinados por otras atracciones. No se desarrolla ni experimenta mudanza alguna en su interior, pero puede aumentar de volúmen por la superposicion de nuevas moléculas. Una vez formado, puede durar eternamente, si las circunstancias exteriores en medio de las cuales se ha formado, son las mismas. Pero si estas circunstancias llegan á mudar y cesan de favorecer el estado permanente de sus

moléculas, ó si hay acciones mecánicas que tiendan á dispersarle, ó si el cuerpo experimenta repentinamente el contacto de materias grasas ó líquidos que obran químicamente sobre él, entonces se destruye, es decir, que sus moléculas se dispersan ó se descomponen para ir á formar minerales en otra parte, y esta destruccion se hace sucesivamente del exterior al interior, es decir, en sentido inverso del crecimiento. Esto es lo que sucede en muchas masas minerales situadas en la superficie de la tierra ó formando las paredes de las cavidades subterráneas, pues en virtud de esta misma posicion, dan cuerpo fácilmente á la accion de las aguas y agentes atmosféricos. Pero las masas metidas profundamente en el seno de la tierra y que son, además, impermeables, persisten siempre en el mismo estado desde su formacion, sin alteracion ni crecimiento porque las causas de destruccion no existen ya. Seria pues un grande error, como creian los antiguos mineralogistas, suponer que las piedras vegetan como las plantas, que los metales maduran en la mina y renacen en ella á medida que se les extrae. Un mineral no nace ni puede crecer como un vegetal; en cuanto está formado, no cambia mas que cuando vienen á destruirle acciones exteriores.

Las diversas substancias minerales no se hallan igualmente esparcidas en la superficie é interior del globo. Unas son muy raras y nunca se hallan mas que en masas pequeñas (como sucede en el mayor número); otras, al contrario, se presentan siempre en grande y componen solas ó asociadas entre sí esas grandes masas á que se da el nombre de *rocas*. Unas han sido formadas por via de enfriamiento, despues de la salida de sus materiales del interior de la tierra en el estado de fusion ígnea ó vapores; otras lo han sido por via de disolucion acuosa y de precipitacion química; otras por via de depósito mecánico ó de sedimento bajo las aguas, que tenian en suspension sus partes mas ó menos groseras; en fin, las hay que provienen de las descomposiciones químicas de substancias preexistentes.

La parte del globo terrestre sobre la cual han podido extenderse las investigaciones de los naturalistas, no forma mas que una corteza muy delgada, cuyo espesor no es la milésima parte del rádio de la tierra. Las observaciones que se han hecho en todos los paises, sobre los declives naturales de las montañas ó en las excavaciones artificiales de las minas y carreras, nos han demostrado que esta envoltura superficial del globo, está compuesta de un gran nú-

mero de masas de diferente naturaleza, unas regulares, en forma de bancos ó capas, que se cubren una á otra y que guardan entre sí un órden fijo de superposicion en los diferentes parajes en que se las encuentra; las demás son mas ó menos irregulares, y están colocadas debajo de los terrenos de capas, ó se intercalan entre sí como cuñas, elevándose á veces sobre su nivel en forma de columnas, picos, cúpulas, etc. Este conjunto de capas y masas de diversas formas sobrepuestas ó interpoladas, es el resultado de una sucesion de depósitos que se han operado por vias diferentes y en épocas mas ó menos lejanas. Las causas que han dado orígen á estas masas minerales, pueden reconocerse fácilmente porque todavía existen en su mayor parte y continúan obrando á nuestra vista pero con menos poder que anteriormente.

En efecto, el mayor número de las masas minerales que tienen la forma de capas, han sido evidentemente formadas por la accion de las aguas superficiales. Son unos depósitos de sedimento, es decir, que sus materiales, reducidos al estado de partes mas ó menos groseras y mantenidas en suspension en las aguas de los rios, lagos y mares, han acabado por deponerse en el fondo por el simple efecto de la pesantez,

con los resíduos calcarios de los mariscos que alimentaban las aguas, como sucede aun en nuestros dias. La accion de los agentes atmosféricos sobre las rocas de las altas montañas, propende sin cesar á descomponerlas ó deshacerlas. Contínuos desmoronamientos llenan los valles de despojos que, arrastrados por las aguas corrientes, van á lo lejos á acumularse en las partes bajas de los continentes y formar montones inmensos de guijarros, arena y cieno. Hay motivo para atribuir el mismo orígen á esas numerosas capas compuestas de guijarros, chinas, asperon, arenisca y arcilla que se hallan intercaladas casi en todas partes y á mayor ó menor profundidad, en medio de los sedimentos de que acabamos de hablar.

Sucede tambien, de cuando en cuando, que las fuerzas subterráneas procedentes de los volcanes y terremotos, levantan las materias situadas debajo de la costra mineral del globo, las hacen vacilar, las elevan y llegan muchas veces hasta romper las capas sólidas superiores que se oponen á su paso y que acaban por hacer erupcion al exterior, ora en forma de masas mas ó menos sólidas, que dan orígen á nuevas islas ó montañas, ora como chorros de materias en fusion que se esparcen por la superficie del suelo en forma de anchas capas ó de bandas

estrechas (corrientes de lava), cuyos elementos, confundidos en un principio, se separan y cristalizan muchas veces durante el enfriamiento de la masa. Gran número de masas minerales antiguas (las troquitas, los basaltos, los pórfidos, etc), parecen haber sido formados de este modo por causas mas ó menos análogas.

Vemos aun aguas de ciertos manantiales y lagos que dejan en el fondo una parte de las moléculas que tienen en disolucion y forman depósitos cristalinos ó concreciones compactas, y con la acumulacion de estos depósitos, capas pedregosas de diferente naturaleza. Por medio de la disolucion y de la precipitacion, es tambien como se ha formado cierto número de masas minerales, sobre todo entre las que son mas ó menos solubles en el agua. En cuanto á las substancias que solo se presentan en montoncitos ó diseminadas por partículas en medio de grandes masas, es probable que, en su mayor parte, han sido producidas por los depósitos ó descomposiciones que operan los gases y aguas minerales que salen del interior de la tierra, así como otras que se forman actualmente del mismo modo.

De dos modos principales existen los minerales en la naturaleza: unos se presentan en

grandes masas y otros están diseminados en medio de estas últimas en pequeñas partes. Entre las grandes masas, las hay irregulares cuya forma no es susceptible de definicion: otras se presentan en montañas ó rocas aisladas cuya forma recuerda la de las cúpulas, conos, columnas, etc. Hay otras, en fin, que se designan con denominaciones especiales de capas, montones, filones, etc.

Se entiende, en general, por *capa* en mineralogia, una masa mineral muy extensa en longitud y en anchura, pero limitada, en sentido de su espesor, por dos grandes faces sensiblemente paralelas. Las capas son ú horizontales, ó mas ó menos inclinadas y aun algunas veces casi verticales. Las hay tambien que están contorneadas ó replegadas sobre sí mismas, en forma de S (fig. 27), y de este modo pueden ofrecer ondulaciones y curvaturas en diversos sentidos; esto es lo que frecuentemente sucede en los terrenos que, posteriormente al depósito de sus capas y antes de su entera consolidacion, han sido trastornados ó atormentados por violentas conmociones subterráneas. Cuando


Fig. 27.

todas las masas minerales de que se compone un terreno, están colocadas en capas sobrepuestas unas sobre otras, se da á esta disposicion de las partes del terreno el nombre de *estratificacion* y se dice del terreno mismo que está *estratificado*. Cuando las capas están sobrepuestas de modo que conservan un paralelismo exacto entre sí, se dice que las capas están en estratificacion concordante; cuando, al contrario, la direccion de dos sistemas de capas, que están en contacto uno con otro, es diferente ó cuando sus planos de separacion no se corresponden, se dice que estos dos sistemas están en estratificacion discordante.

Los *montones* son masas minerales de forma irregular que están circunscritas y envueltas por todas partes por rocas de diferente naturaleza. Son ordinariamente de forma oval ó lenticular (fig. 28). Los *riñones ó nódulos* son unos montoncitos muy pequeños que se hallan diseminados en medio de las grandes masas. Los *filones* son unas masas minerales en forma de grandes placas ó de cuñas muy llanas, que cortan transversalmente las capas de los terrenos que les contienen, y cuya materia componente

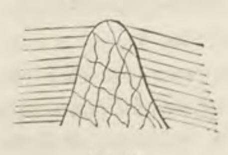


Fig. 28.

difiere mas ó menos de la que constituye la roca que las rodea (fig 29). Se les puede considerar como procedentes de hendiduras ó de grandes grietas que se han producido al través de las hiladas de estos terrenos, durante su formacion ó despues de ella, á consecuencia de algunas conmociones que hayan trastornado su asiento;

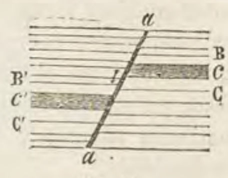


Fig. 29.

estas grietas habrán probablemente sido llenadas, en parte ó enteramente, de materias pétreas ó metálicas. La composicion de los filones es, en general, muy variada. Los que se benefician para extraer de ellos el mineral en bruto, es decir, las masas minerales que contienen materias preciosas, como por ejemplo metales, son comunmente unas agregaciones irregulares de substancias pétreas ó metálicas. En este caso, se distingue en el filon la materia estéril, de naturaleza pétrea y la materia útil ó metalífera. La parte pétrea del filon se llama muchas veces *ganga* del mineral en bruto. Los filones rara vez están enteramente llenos, y en su espesor presentan cavidades cuyas paredes están tapizadas de cristales reunidos en drusas. Hay aun otra

especie de filones notables por su naturaleza, forma y poder; estos son los *dikes* que se presentan como grandes muros que se elevan en medio de rocas de diferente naturaleza, y exceden muchas veces el nivel. Estos dikes están ordinariamente compuestos de una roca pétrea uniforme, como el basalto ó el pórfido. Su espesor parece que aumenta á medida que se van metiendo adentro y no se conoce límite á su profundidad.

Las substancias minerales que forman parte de las grandes masas son en muy corto número. Todas las demás especies del reino mineral no se muestran sino accidentalmente y casi siempre en pequeña cantidad. A veces se las halla en las rocas bajo forma de *hojas* ó de *venas* que son en pequeño lo que las capas y los filones nos han ofrecido en grande. Á veces se las halla en forma de montoncitos encerrados en el espesor de las grandes masas, y reciben entonces las denominaciones particulares de *nidos*, *riñones* ó *nódulos*, *huesos de fruta* ó *almendras*. En fin, el mayor número de las substancias que se presentan en partes aisladas, están diseminadas en cristales y en granos en el interior de las grandes masas, ó *implantadas* en las paredes de los filones, de las geodas y otras cavidades subterráneas.

DE LOS TERRENOS Y DE SUS PRINCIPALES ROCAS.

El número de capas y demás depósitos de substancias minerales que, por su superposicion y justaposicion, forman las diferentes partes de la corteza del globo, es bastante considerable; pero estos depósitos pueden estar repartidos en cierto número de grupos, de los cuales cada uno comprende una cantidad mas ó menos grande de capas que están naturalmente asociadas entre sí, es decir, que existen ó faltan casi siempre simultáneamente en el mismo paraje. Estas asociaciones naturales de capas á las que se ligan otras masas no estratificadas, han recibido el nombre de *terrenos*. Hay siempre en el terreno una ó mas rocas principales, su parte esencial ó dominante, y sirven para caracterizarle y denominarle. Estos terrenos no están irregularmente esparcidos en el interior del globo, sino que se hallan siempre colocados unos encima de otros, en un órden constante que la observacion ha dado á conocer y que no es mas que el de su formacion sucesiva. Los terrenos han sido divididos, segun su órden de antigüedad, en terrenos *primitivos*, terrenos *intermediarios*, terrenos

secundarios, terrenos *terciarios* y terrenos de *aluvion*.

La corteza mineral se divide, pues, en terrenos de los cuales cada uno comprende cierto número de capas y otras grandes masas minerales; estas masas minerales están compuestas de rocas que á su vez se componen de minerales simples. Es muy corto el número de las substancias minerales que forman las rocas conocidas, ya sea separadamente, ya mezcladas entre sí; las que dominan en las rocas de los terrenos primitivos, son el cuarzo, el feldespato, la mica y el talco. El cuarzo es un mineral infusible al fuego del soplete y mas duro que el vidrio y el acero; es á veces cristalino y vidrioso en su fractura (cuarzo hialino), y á veces compacto, opaco ó translúcido como una materia gelatinosa (silex); él es el que forma la parte esencial de la arenisca y de la arena, tan abundantemente esparcidas en los terrenos secundarios y terciarios. El feldespato es casi siempre lameloso, fracturable en dos direcciones perpendiculares, translúcido ú opaco, de tinte blanco ó rosado; es casi tan duro como el cuarzo, pero se distingue de él fácilmente porque en el soplete se derrite en esmalte blanco. El mica se presenta siempre en masa laminar, en hojas delgadas ó en pepitas, divisibles en

un solo sentido en laminillas de una extremada tenuidad, notables por su viva brillantez; muchas veces es metaloídeo por su flexibilidad y elasticidad. El talco se asemeja mucho al mica por sus caracteres exteriores, pero sus hojas son blandas y carecen de elasticidad; es además mucho mas tierno y sus polvos son untuosos al tacto.

Las rocas de los terrenos secundarios y terciarios, están compuestas principalmente de silex, de caliza y de materias arcillosas. La caliza ó carbonato de cal se distingue fácilmente de los demás minerales por la facultad que tiene de disolverse con efervescencia en los ácidos, de reducirse á cal viva por la calcinacion, y de dejarse rayar profundamente con una pua de hierro. Las arcillas son unas mezclas terrosas compuestas principalmente de alumina, de sílice y agua, sólidas, tiernas y suaves al tacto, que se amasan mas ó menos con el agua, adquieren retraccion ó dureza por la coccion y son enteramente infusibles en el fuego cuando no contienen ni cal ni óxido de hierro. En otro lugar trataremos con mas detalles los caracteres de estos minerales, tan importantes por sus usos en las artes, y por el lugar que ocupan en la naturaleza.

Terrenos primitivos.

Los terrenos primitivos están formados de masas de granito y de capas de diferentes rocas cristalinas de estructura esquitosa (gneis, micasquito, esquitas talcosas y arcillosas), que no contienen ni despojos orgánicos ni fragmentos de rocas mas antiguas, ni depósitos de guijarros rodados. Se ha podido inferir de aquí que han sido formados antes de la existencia de los seres organizados y antes de todas las catástrofes que han asolado la tierra y de las cuales ofrecen testimonios tan numerosos los demás terrenos; por esta razon se les ha dado el nombre de *terrenos primitivos*. El *granito* es una roca de estructura granosa, compuesta de granos de feldespato, de cuarzo y de mica, inmediatamente agregados entre sí. Es una roca muy dura que se pule con bastante facilidad, pero se labra dificilmente : se hacen con ella columnas, obeliscos, baldosas, aceras, etc. Hay entre los granitos de paises diferentes, gran diversidad de aspecto que proviene del color particular de la substancia dominante y del tamaño de los granos. Entre los granitos los hay de granos gruesos, granitos de granos finos, granitos rojos, granitos pardos, etc. Frecuentemente se hallan en relacion con los granitos

otras rocas duras llamadas *pórfidos*, compuestos de una pasta colorada, fusible, que en su mayor parte no es mas que feldespato compacto y cristales de feldespato blanquecino diseminados en medio de esta pasta. El *gneis* es una roca formada de los mismos elementos que el granito y solo se distingue de él por su estructura esquitosa. El *micasquito*, ó esquita micácea es otra roca esquitosa compuesta esencialmente de mica y de cuarzo. La *esquita talcosa* no difiere de la anterior mas que por la substitucion del talco al mica. Cuando los elementos no son ya visibles en estas últimas rocas, y cuando las laminillas de mica y de talco están atenuadas y confundidas entre sí, de tal modo que resulta una roca homogénea en apariencia, de estructura terrosa y laminosa, que por su aspecto se parece bastante á las materias arcillosas, toma entonces el nombre de *esquita arcillosa*; difiere de las verdaderas arcillas en que no es susceptible de desleirse en el agua. Tiene la propiedad de desprenderse ó deshacerse en láminas mas ó menos delgadas; y cuando estas láminas son sólidas, rectas y sonoras, se emplean en arquitectura con el nombre de *pizarras*.

Terrenos intermedios.

Los terrenos intermedios que se hallan siempre encima de los terrenos primitivos ó pegados á ellos, cuando las capas de estos últimos están inclinados hácia el horizonte, se componen de rocas granitoideas ó porfídicas, de esquitas arcillosas y de calizas de sedimento (mármoles veteados), que alternan con areniscas ó rocas formadas de fragmentos que se reconocen por haber pertenecido á todas las rocas del grupo primitivo. Contienen tambien despojos orgánicos que se refieren, en general, á los seres mas simples de ambos reinos. Es evidente que estos terrenos son posteriores á ciertas catástrofes que han degradado los primeros, y no han podido formarse sino despues de la aparicion de ciertos seres organizados sobre la superficie de la tierra. Se encuentra en ellos, entre otros animales cuyas razas no existen ya, trilobites, fósiles que son unas especies de crustáceos, y se ven además numerosos depósitos carboníferos de antracita que se consideran como los vestigios de la primera vegetacion que ha cubierto la superficie del globo. Se ha dado á estos terrenos el nombre de intermediarios ó de transicion, porque en razon de su composicion, forman como el paso

de los terrenos primitivos á los terrenos secundarios.

Terrenos secundarios.

Los terrenos secundarios están esencialmente compuestos de formaciones marinas de sedimento; se componen de rocas calcáreas llenas de despojos orgánicos y de rocas arenáceas ó de materias de transporte (arenisca, arena, arcillas), que alternan con las primeras, de tal modo, que en los terrenos inferiores las materias arenáceas dominan, y en las superiores las materias calcáreas. Estos terrenos se extienden desde los que contienen en sus entrañas la hulla y el carbon de tierra, hasta la greda. Inferiormente están los terrenos que se llaman carboníferos, porque son ricos en materias carbonosas; areniscos rojos, calizas negras ó pardas, arenisca hullera que contiene capas alternativas de hulla y de arcilla esquitosa con huellas de hojas de helechos; en la parte media se hallan grandes depósitos de arenisca y de margas abigarradas, ricos en montones de sal y de yeso; en la parte superior hay grandes masas calcáreas conocidas con el nombre de caliza oolítica y de greda. En estos terrenos se hallan en abundancia notables despojos fósiles que han pertenecido á animales marinos cuya raza

se ha extinguido hace ya mucho tiempo, amonitas, belemnitas y esqueletos de reptiles gigantescos del órden de los saurios (los ictiosauros, plesiosauros, megalosauros, etc.). Es en extremo raro que se hallen despojos de aves y de mamíferos.

Terrenos terciarios.

Los terrenos terciarios están caracterizados, al contrario, por la abundancia de despojos de mamíferos que contienen, por la analogía mucho mayor de las conchas enterradas en ellos con las especies actualmente vivas, y por la alternativa frecuente de los depósitos marinos con los que provienen de los lagos y de los rios. Son generalmente depósitos litorales ó que han existido en parajes húmedos circunscritos, y ocupan las partes bajas de los continentes y reposan en estratificacion discordante sobre los terrenos secundarios. En los paises de llanuras, sus capas son sensiblemente horizontales y se corresponden exactamente sobre las alturas que separan los valles. Sus rocas tienen mucha menos consistencia que las de los terrenos mas antiguos; son arcillas, arenas, calizas groseras, margas, yesos, areniscas y molares.

Terrenos de aluvion.

Los terrenos de aluvion que terminan la serie de los terrenos de sedimento, han sido llamados así á causa de la semejanza de sus rocas con los depósitos denominados *aluviones*, que se forman aun hoy dia á nuestra vista. Se componen de capas arenosas, de barro que contiene guijarros, de pedruscos, de pedazos de rocas y de numerosos despojos orgánicos. En los terrenos mas antiguos de esta clase, se hallan huesos de grandes animales que han pertenecido á especies análogas á las que viven hoy dia, aunque en regiones muy distantes de aquellos donde se hallan estos huesos, que son ordinariamente de elefantes, rinocerontes, hipopótamos, tigres, etc. En los terrenos mas recientes que han sido formados posteriormente á la última revolucion que ha sufrido la superficie del globo, se hallan fósiles que han pertenecido á especies análogas á las que existen aun en la region, tales como huesos de animales domésticos y despojos de la especie humana, asociados á los objetos de su industria.

Terrenos plutónicos.

Además de los terrenos que acabamos de

enumerar sucintamente, los cuales son regularmente estratificados y tienen un órden invariable de superposicion, hay aun otra clase de terrenos producidos por causas enteramente diferentes. Estos terrenos son los que se llaman *ígneos ó plutónicos*, los cuales se presentan en bosquecillos de forma irregular, sin estratificacion, compuestos las mas de las veces de rocas de estructura cristalina ó vidriosa sin que contengan guijarros ni despojos orgánicos. La materia de estas rocas parece que ha salido de debajo los terrenos estratificados, de donde ha sido solevantada en diversas épocas, sea en masa casi sólida, sea medio fundida ó en estado de fusion ígnea; se ha intercalado entre las capas de los terrenos estratificados ó se ha esparcido por su superficie, saliendo á veces por grandes rendijas, á veces por chimeneas de volcan, especies de canales terminados por unas aberturas circulares en forma de cráter. Esta clase de terrenos en la cual se puede acaso comprender el granito, contiene las rocas llamadas *pórfidos*, *traquitas*, *basaltos* y las *lavas* de los volcanes antiguos y modernos. Los pórfidos cuya composicion hemos indicado mas arriba y que están frecuentemente en relacion de vecindad y aun de contacto con los granitos y areniscas rojas, parecen haber sido solevan-

tados despues de la época de los terrenos primitivos hasta la de los terrenos secundarios medios. Las traquitas pertenecen al período de los terrenos terciarios; son unas rocas compuestas de una pasta terrosa de feldespato blanquizco ó pardo ceniciento, celular y áspero al tacto, que frecuentemente envuelven cristales adelgazados y rajados de feldespato vidrioso. Muchas veces se transforman ó en masas vidriosas transparentes y como ahumadas, que se llaman *obsidianas* ó vidrios volcánicos, ó en una piedra porosa llamada piedra *pómez*. Ora han sido producidos en anchos lienzos que alternan con hileras compuestas de fragmentos incoherentes (conglomerados, y tobas), ora bajo forma de conos ó de cúpulas. Los basaltos son rocas de estructura granular ó compacta, compuestas de feldespato y de un mineral verde negruzco llamado *piróxeno;* son de color de hierro oscuro, duros y muy tenaces. Se presentan bajo la forma de montañas cónicas, de alturas con mesetas, que las mas de las veces se dividen de un modo regular en prismas voluminosos por unas grietas planas (fig. 26, pág. 39); se las halla igualmente bajo forma de dikes ó de poderosos filones. Las lavas no son mas que la materia primera de las traquitas ó de los basaltos en un estado de

fusion mas perfecto. Son rocas las mas de las veces porosas ó escoriáceas que han salido de una boca ignívoma ó de un cráter volcánico bajo forma de corrientes, esparciéndose por bandas estrechas sobre los costados de la montaña cónica, en cuya cumbre está siempre colocado el cráter.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES MAS IMPORTANTES DEL REINO MINERAL.

Las especies minerales sobre cuya naturaleza importa mas tener algunas nociones precisas, pueden dividirse en muchas series del modo siguiente. Colocaremos en primer lugar el corto número de las que forman las grandes masas minerales, pues merecen una atencion particular en razon á que representan el principal papel en la estructura del globo y además porque su abundancia las hace hallar á cada paso en la naturaleza. Las substancias pétreas que están diseminadas, en detalle, en medio de las grandes masas formadas por las primeras, serán clasificadas en una segunda division; á esta última serie pertenecen casi todas las piedras preciosas de la joyería. Reuniremos en una tercera série todos los metales usuales y sus principales minerales en bruto, y por último, comprenderemos en una cuarta série, las

substancias llamadas inflamables ó los combustibles propiamente dichos.

I. DE LAS SUBSTANCIAS PÉTREAS QUE FORMAN LAS GRANDES MASAS MINERALES.

Cuarzo.

El cuarzo es una de las especies minerales mas notables por su abundancia en la naturaleza y por los multiplicados usos para que sirven sus numerosas variedades. Se le halla en todas partes en la superficie y en las entrañas de la tierra, sea cual fuere la profundidad. Se le encuentra igualmente en los terrenos de todas las edades y de todos modos de formacion, así como en todas las circunstancias posibles de yacimiento. Se reconoce por dos caracteres fáciles de verificar : la dureza y la infusibilidad. El cuarzo raya el vidrio y el acero, es decir, que es mas duro que estos dos cuerpos; por este motivo echa chispas cuando se le hiere con el eslabon. Es infusible al fuego del soplete cuando se le calienta solo, lo que le distingue del feldespato con el cual pudieran confundirse ciertas variedades de cuarzo, segun su aspecto. Está formado de sílice puro. Se ha subdividido la especie en cuatro sub-especies ó variedades principales, que son el *cuarzo hialino* ó

cuarzo propiamente dicho, la *ágata*, el *jaspe* y el *ópalo*.

1ª SUB-ESPECIE. *Cuarzo hialino*. Tiene siempre una estructura cristalina, una quebradura vidriosa y se parece perfectamente al vidrio cuando es transparente y está en masas informes. Cuando está regularmente cristalizado, es su forma ordinaria la de una doble pirámide (fig. 30), y cuando es transparente, toma el nombre particular de *cristal roca*. El cristal



Fig. 30.



Fig. 31.

de roca, cuando es puro, es enteramente límpido é incoloro : sin embargo, está muchas veces coloreado por materias extrañas que se mezclan químicamente con él en pequeña cantidad, y toma entonces los nombres particulares de *amatista* cuando es violáceo; de *falso topacio* cuando es amarillo : de *rubí de Bohemia* cuando es rosado ; de *cristal ahumado* cuando tiene un tinte moreno y como fuliginoso. Las variedades de cuarzo, de que acaba-

mos de hablar, se hallan siempre en cristales implantados en las cavidades de las rocas. Otras se hallan diseminadas en medio de materias terrosas de las cuales hay porciones que se han mezclado mecánicamente con ellas, hasta el punto de hacerlas opacas, sin alterar su forma en lo mas mínimo; tales son las variedades *hematóides* (de un color de sangre), y mohoso (de color amarillo del hollin), que se hallan diseminadas en forma de pequeños cristales de dos puntas, la primera en una arcilla rojiza, la segunda en un ocre amarillo (hierro hidroxidado terroso).

Lo que se llama *ojo de gato* no es mas que un cuarzo penetrado por filamentos de otro mineral pétreo (el amianto), y que cuando está redondeado por el corte, presenta unos reflejos nacarados, blanquecinos, que parecen flotar en el interior de la piedra á medida que se la mueve. Hay aun algunas variedades producidas por reflejos particulares de luz, como por ejemplo *el girasol*, que presenta un fondo lácteo de donde salen reflejos azules y amarillos cuando se hace girar la piedra en direccion del sol, y la *venturina* que es un cuarzo moreno, de estructura granosa cuyo fondo está sembrado de una multitud de puntos brillantes.

Las variedades precedentes no forman gran-

des masas minerales; se las encuentra accidentalmente en la naturaleza y se las busca cuidadosamente para los trabajos de joyería. Las variedades de cuarzo hialino, que componen rocas por sí solas, se limitan á los dos siguientes; el *cuarzo granoso* ó cuarzita, de granos gruesos ó pequeños, puro ó mezclado de partículas de mica que le dan una estructura esquistosa y el *cuarzo arenáceo* (llamado vulgarmente *arena silícea*), compuesto de granitos libres ó agregados entre sí, con mas ó menos fuerza, que dan orígen á las arenas ó piedras areñosas. Esta última variedad forma depósitos considerables que se hallan en casi todos los grados de la serie de las capas minerales, desde los mas antiguos terrenos de transporte hasta los últimos aluviones de nuestros continentes. El cuarzo arenáceo es el que forma la arena movediza de la orilla del mar, de las áridas llanuras que se llaman *páramos ó eriales*, de las estepas de la Europa septentrional y del Asia, y de los inmensos desiertos de Africa. La arena cuarzosa se emplea para la fabricacion del vidrio, fundiéndola con un álcali, y para hacer argamasa ó cemento, mezclándola con la cal apagada. Con la piedra arenisca se hacen sillares, empedrados, asperones para afilar instrumentos, etc. Algunas de sus

variedades son bastante porosas para cortarlas en planchas de poco espesor que se emplean para filtrar las aguas.

El cuarzo hialino no forma solamente rocas distintas, sino que entra tambien como base ó como parte constituyente en un gran número de rocas compuestas, donde está casi siempre diseminado bajo forma de granos, como por ejemplo el granito.

2ª SUB-ESPECIE. *Ágata*. Se reunen, bajo este nombre, todas las variedades de cuarzo que son semi-transparentes, compactas y no tienen la quebradura vidriosa, sino empañada, escamosa ó concoídea. Estas piedras son algo menos duras que el cristal de roca, pero no dejan de echar chispas con el eslabon; no se presentan nunca bajo formas regulares, sino casi siempre bajo formas nudosas en riñones aislados, en estalactitas, en masas irregulares y apezonadas. La serie de sus variedades puede dividirse en dos secciones : 1ª *Ágatas finas* ó las *calcedonias*, que tienen una quebradura semejante á la de la cera, una transparencia nebulosa y colores vivos y variados; tales son la calcedonia azulada, ó calcedonia propiamente dicha de los lapidarios; la calcedonia roja (ó cornalina); la calcedonia amarilla anaranjada (ó la sardónica); la calcedonia verde man-

zano (ó crisoprasio); la calcedonia verde-oscuro con puntos de rojo (ó el heliotropo); la calcedonia blanca y opaca (ó el cacholong). Las ágatas finas son susceptibles de recibir un brillo bastante vivo; se las emplea en la joyería y en el grabado en piedra. Estas ágatas se componen muchas veces de capas de diferentes colores, y cuando están cortadas de modo que presentan una serie de tiras ó bandas rectas con bordes netamente limitados, se llaman entonces *ágatas listadas;* cuando las bandas son curvilíneas y concéntricas, son *ágatas onix* (fig. 25, pág. 37). Algunas tienen en el interior dibujos negros ó rojos que presentan unos arbustillos sin hojas; estas son las *agatas arborizadas* ó dendríticas. 2ª Las *ágatas groseras* ó los *silex*, que son menos translúcidos que las calcedonias y cuya fractura es empañada, ordinariamente concoídea ó plana. Sus colores son menos vivos y el pulido que reciben no tiene nunca el brillo del de las calcedonias. Las principales variedades son : el *silex pirómaco* (ó pedernal), de fractura concoídea y levemente lustrosa, divisible en fragmentos con bordes cortantes que despiden chispas cuando se les hiere con el acero. Es, por lo comun, negro, pardusco ó de color rubio. Se le halla en riñones de diversos tamaños, puestos

unos al lado de otros y formando especies de cordones ó lechos interrumpidos, en medio, por greda. — El *silex córneo* (ó piedra córnea infusible), opaco, de fractura casi llana, que tiene un brillo semejante al del cuerno. Se le halla tambien en riñones en las calizas compactas de diferentes edades. — El *silex molar* (ó piedra molar) de fractura llana, de textura celular, acribillada de cavidades irregulares que llena en parte una arcilla rojiza. Pertenece á las capas de las últimas formaciones y mas superficiales. Se le halla en los alrededores de Paris, en bancos ó pedruscos de varios tamaños, en medio de un depósito arcilloso que está en la cumbre de los cerros mas elevados. Cuando se le puede cortar en grandes pedazos, se hacen con ellos ruedas de molino; cuando no se le obtiene en forma de fragmentos irregulares, sirve para hacer morrillos de albañilería.

8ª SUB-ESPECIE. *Jaspe*. Son todas las variedades de calcedonia y de silex, que, por efecto de una mezcla mecánica muy íntima con diversas materias terrosas colorantes, se han vuelto enteramente opacas, tienen una pasta fina con una fractura mústia y colores mas ó menos vivos, á veces variados y se hacen con ellas varios objetos de adorno. Hállase el jas-

pe en montones ó capas de poco espesor, principalmente en los terrenos de formacion antigua.

4ª Sub-especie. *Ópalo*. Esta sub-especie comprende todas las variedades de silex que contienen cierta cantidad de agua, cuyo brillo es resinoso y son frágiles hasta el punto de no poder dar lumbre con el eslabon como los demas cuarzos. Se les llama tambien *silex resinita* á causa de su brillo. Se presentan ordinariamente en estalactitas ó riñones, en medio de rocas de aspecto arcilloso, sobre todo en aquellas que provienen de los despojos del terreno traquítico, arrastradas por las aguas. Entre las variedades de ópalo, se nota el *ópalo irisado* al cual se refiere especialmente este nombre de ópalo, en el lenguaje de los lapidarios : se distingue por sus hermosos reflejos de iris que ofrecen los tintes mas vivos y variados; el *ópalo de fuego*, cuyo fondo es amarillento como el color de miel con reflejos de color de fuego ; el *ópalo hidrófano* que es blanco, poroso, lijeramente translúcido y adquiere un grado bastante pronunciado de transparencia cuando se le zambulle en el agua y sus celdillas se llenan de este líquido ; el *ópalo comun* que no se distingue por ningun reflejo particular y cuyos colores varían hasta lo infinito.

Feldespato.

El *feldespato* ó *fedspato* no es, propiamente hablando, una especie mineral, sino un pequeño género natural compuesto de varias especies muy semejantes entre sí, tanto por su composicion química como por su forma cristalina. Este pequeño género está caracterizado por una dureza casi comparable á la del cuarzo, unida á la propiedad de fundir, en el caramillo, en esmalte blanco; cuando está cristalizado, que es el caso mas ordinario, se caracteriza por una estructura notable, á saber, dos facetaciones solamente; ambos dan unas facetas igualmente límpias y brillantes y perpendiculares ó casi perpendiculares una á otra. Sus formas se asemejan á uno de los sistemas de los prismas oblicuos. Se compone de sílice, alumina y de una base alcalina.

Se distinguen tres especies principales de feldespato : el *ortosa* ó el feldespato comun de los granitos, que tiene base de potasa; el *albita*, que es de base de sosa, y el *labrador* que es de base de cal.

El ortosa se presenta las mas de las veces en partes lamelarias, translúcidas ú opacas, blanquecinas ó de color de carne; á veces se presentan en cristales que derivan de un prisma

oblicuo romboidal de ciento veinte grados y facetadas en dos direcciones rigorosamente perpendiculares (fig. 32). La figura 33 representa una de sus formas ordinarias, y entre sus variedades se distingue el feldespato *adulario* que es transparente é incoloro; el feldespato anacarado ó *piedra de luna*, con reflejos de un blanco anacarado que flotan en el interior de la piedra cuando se la mueve; el *petuncsé* que es blanco y opaco; la *piedra de las Amazonas*


Fig. 32.


Fig. 33.

que es de un hermoso verde. La albita que es mucho mas rara que la ortosa en las rocas graníticas, es por lo comun blanquecina, se halla en cristales que derivan de un prisma oblicuo cuyas paredes hacen un ángulo mas pequeño que el de la ortosa y cuyas facetaciones están inclinadas entre sí de noventa y tres grados y medio. A estas dos especies, y sobre todo á la de la ortosa, se puede reducir la mayor parte de los *feldespatos vidriosos* que se presentan con tanta frecuencia en cristales delgados y rajados

en las rocas traquíticas. El labrador es soluble en el ácido clorídrico y cristaliza, como la albita, con algunas diferencias en los ángulos correspondientes. Ambas facetaciones forman entre sí un ángulo de noventa y cuatro grados y medio. A esta especie es á la que pertenece el feldespato opalino, de un color pardo oscuro, llamado *piedra de labrador*, notable por unos reflejos casi tan brillantes como los del ópalo, ordinariamente de dos colores, azul y verde y algunas veces amarillo como el oro.

Entre los minerales compactos ó terrosos que tienen relacion con el feldespato, como variedades producidas por mezcla ó por alteracion, se distinguen : el *petrosilex* que es un feldespato compacto mas ó menos mezclado con otras substancias que le coloran diversamente, cuya fractura es escamosa, cerosa ó córnea y tiene enteramente el aspecto de ciertos silex, de los cuales es fácil distinguirles por su fusibilidad; el *feldespato tenaz* (ó jade de Saussure), que es compacto y muy difícil de quebrar; el feldespato descompuesto (ó *kaolin*), que es terroso, blanco, dezmenuzable, suave al tacto y formando con dificultad pasta con el agua. Las mas de las veces proviene de la descomposicion de una roca granitoídea llamada *pegmatita* formada de feldespato, por la pérdida de su álcali

y de una porcion de su sílice, transformada en una especie de arcilla blanca, refractaria, es decir, capaz de resistir á un fuego muy violento. Mezclando al kaolin infusible cierta cantidad de petuncsé, que es un feldespato fusible, se obtiene una mezcla que al principio no experimenta fusion ó vitrificacion sino á una temperatura muy alta, y da, despues de su enfriamiento, una masa dotada á la vez de una gran consistencia y de cierto grado de translucidez; es la porcelana. Así pues, el kaolin constituye el fondo de la masa de porcelana con el petuncsé que la sirve de fundente; por esta razon se le llama tambien *tierra de porcelana.* A las vasijas hechas con esta masa, se las recubre ademas con un vernis que es una especie de esmalte blanco producido por el petuncsé solo: la porcelana, por consiguiente, está unicamente formada de feldespato pero en dos estados diferentes.

Mica.

La *mica*, lo mismo que el feldespato, no está ya considerada como una simple especie, sino como un grupo bastante artificial de varias especies que parecen confundirse, á la verdad, por los caracteres exteriores, hasta el punto de ser muy difícil distinguirlas; pero bajo esta

analogía de aspecto, ocultan diferencias de composicion química y de estructura cristalina. Generalmente son unos compuestos de silicio, alumina, potasa, magnesia ú óxido de hierro. Nos limitarémos á describir las micas, como género, segun sus caracteres exteriores, que bastan para darlas á conocer y distinguirlas de todos los demas minerales. Se presentan siempre en pequeñas masas laminares, en hojas delgadas ó en pepitas divisibles en laminitas de una gran tenuidad, brillantes, flexibles y elásticas. Son fusibles en el soplete, las mas de las veces en esmalte blanco. Sus tintes ordinarios son el moreno, verde, negruzco, el blanco de plata y el amarillo de oro con un brillo metaloídeo. Entre sus variedades se distingue la *mica foliácea*, en grandes hojas transparentes que se han empleado en Rusia para reemplazar al cristal de vidrieras, por lo cual se la ha llamado *vidrio de Moscovia*. La *mica lameliforme ó pulverulenta* en pequeñas pepitas brillantes, diseminadas en las rocas sólidas ó en las arenas; estas pepitas tienen muchas veces un brillo metaloídeo unido al color blanco de la plata ó al amarillo del oro, lo que hace que las personas que no juzgan mas que por la apariencia, las toman por partículas de estos metales. Los *polvos de oro* ó polvos para

la escritura no son mas que mica que se ha extraido de las arenas micáceas por medio del lavado. La mica está muy esparcida en la naturaleza y se la halla desde los terrenos mas profundos ó inferiores (como los de granito), hasta en las capas arenosas de los depósitos mas superficiales. Forma parte esencial de muchas rocas y su estructura esquitosa la debe á su abundancia en algunas de ellas y á su disposicion en hojas ó capas planas.

La materia del mica y la del talco, de que vamos á hablar en breve, por la atenuacion de su grano y su mezcla en mayor ó menor cantidad con partículas silíceas ó carboníferas, originan rocas esquitosas de apariencia homogénea que se llaman *esquistos arcillosos*, *esquistos silíceos*, *esquistos carburados*, etc., y tienen numerosos usos en las artes. Estos esquistos se distinguen de las arcillas, á que algunas veces se parecen por el aspecto y estructura, en que no pueden desleirse en el agua. Los esquistos arcillosos de un pardo azulado que se despegan en hojas delgadas, como las de Angers y Charleville (Francia), dan excelentes pizarras; los que se dividen en planchas mas gruesas sirven para hacer baldosas para los enlosados; con los que están sobrecargados de silex se hacen piedras de amolar para lancetas

y navajas de afeitar, y no dejan de ser aun buenas piedras de toque para ensayar las materias de oro. Las variedades impregnadas de grafito y de antracita, proveen la especie de lápiz conocido bajo el nombre de *piedra de Italia*, y el lápiz negro de los carpinteros ; cuando abundan, además, en pirita ó sulfuro de hierro, forman la *ampelita* ó pizarra aluminosa que sirve para el abono de las tierras ó para cultivar la viña y por la descomposicion de sus partes piritosas, produce alumbre ó sulfato de hierro. Otros esquistos arcillosos dan los lápices de pizarra ó lápices pardos, la piedra azul de los curtidores, y la piedra de aguas ó piedra de Nuremberg

Las *arcillas* de diversas especies que con tanta abundancia se hallan en la superficie y en el interior de la tierra, son unas materias terrosas, compuestas esencialmente de alumina, de sílice y de agua, que provienen, en su mayor parte de la descomposicion de las rocas micáceas y feldespáticas, cuyas partes han sido arrastradas á lo lejos, desmenuzadas y reducidas á lodo por las aguas : ellas son las que forman las tierras de batan ó tierras para quitar manchas, que tienen la propiedad de absorber los cuerpos grasos, las tierras inglesas ó tierras para hacer pipas, la tierra greda ó

tierra de alfarería comun, la tierra de ladrillos, ciertas piedras para pulir llamadas *trípolis*, etc. Las arcillas se distinguen por sus cualidades, segun sean fusibles ó infusibles, segun formen masa ó no con el agua, ó segun sean porosas ó no despues de la coccion. Hemos hablado ya del kaolin ó tierra de porcelana, que es una de las arcillas mas refractarias y hacen mas dificilmente masa con el agua. Una de las que tienen mas afinidad con el agua es la *arcilla plástica*, llamada tambien tierra greda y tierra de alfarero, que es á veces blanca, pero lo mas frecuentemente colorada de diferentes tintes de pardo azulado, de verde, de encarnado, etc. Es suave al tacto y adquiere en el fuego mucha refraccion y solidez. Es fusible ó infusible segun contenga ó no cal ú óxido de hierro. Las que blanquean en el fuego son generalmente susceptibles de resistirle.

La *arcilla esméctica* ó tierra de batan es fina, jabonosa y se deslie fácilmente en el agua sin que haga una masa larga y tenaz; sirve para extraer de los paños las partículas oleosas que están mezcladas con la lana. La *arcilla ocreosa* ú ocre amarillo, la tierra de Siena, es una arcilla colorada por el hidrato de hierro; los ocres amarillos calentados con moderacion pasan al rojo y dan tambien los *ocres rojos*.

Los pintores de edificios emplean todos los ocres como materias colorantes. La *arcilla limosa* ó tierra de ladrillos y tejas, es una arcilla comun ó tierra grasa que, reblandecida por el agua, es susceptible de amoldarse y de adquirir despues una gran solidez cuando se seca al sol ó se la cuece. Cobra en el fuego un color rojo mas ó menos vivo, debido al hierro de que está cargada y que pasa al estado de óxido rojo. Hay otra clase de ladrillos que se hacen con las arcillas refractarias y resisten á los mayores calores que puedan producirse; estos ladrillos son los que sirven para la construccion de los hornos donde se funden los metales y el vidrio ó donde se cuece la porcelana.

El vidriado basto se hace tambien con arcillas comunes ó tierras gredas que se cuecen á fuego lento. Como estos cacharros son porosos, se les cubre con un barniz que se les aplica por medio de la fusion; este barniz es metálico y tiene por base el óxido de plomo; se hace con el alquifax ó polvos de galena (sulfuro de plomo). A veces se dejan sin barnizar ciertos cacharros rojos que se fabrican con arcillas ferruginosas y á los que se da la forma de los antiguos vasos etruscos. La *loza* solo difiere del vidriado basto en que es algo mas fina y en que se la cubre de un barniz opaco ó esmalte

compuesto de óxido de plomo y de óxido de estaño. El vidriado fino que se hace con las tierras inglesas y cuya masa es blanca, está revestido de un barniz transparente que es óxido de plomo fundido con un vidrio silíceo. El vidriado de gres ó arenisca se fabrica con arcillas refractarias, mezcladas con una suficiente cantidad de sílice; se cuecen con un fuego vivo, lo que le hace mas denso, y las mas de les veces circula en el comercio sin barniz; sin embargo, hay piezas que están barnizadas y aguantan el fuego. Este gres ó arenisca barnizado, y la porcelana de que se ha tratado en la página 90, están revestidos de un barniz terroso.

Talco.

El talco es una substancia pedregosa que se asemeja mucho á las micas por sus caracteres exteriores. Como ellos, se presenta bajo la forma de hojas delgadas y flexibles, pero estas hojas son blandas y no elásticas. Es, además, mas tierno (pues de todos los minerales conocidos es el mas duro), y sus polvos son untucsos al tacto. Está compuesta de sílice y de magnesia y á esta última base se une muchas veces el protóxido de hierro que da entonces un tinte verde á la substancia.

Como variedades principales se distingue el *talco laminar*, que es blanco ó verdusco y divisible en láminas delgadas, y el *talco escamoso* que es blanco ó pardusco, ligeramente anacarado y divisible en escamas. A esta última variedad se la ha dado impropiamente el nombre de *tiza* ó *creta* de *Brianzon* : los sastres la emplean para trazar el corte en el paño y constituye la base de ciertos lápices llamados de pastel. Reducido á polvos impalpables, se le emplea para preparar ese afeite que sirve para el tocador de las señoras, para disminuir el roce de las máquinas, facilitar el calzado de las botas nuevas, y dar un brillo anacarado á los papeles para colgaduras á tapicerías.

Se colocan al lado del talco, como variedades de mezcla y acaso como especies, las substancias siguientes cuya naturaleza no está aun bien conocida : 1° El *clorito* que contiene sílice, alumina, magnesia y protóxido de hierro; esta substancia está en pequeñas laminitas separadas ó en escamitas agregadas de un verde oscuro y formando masas esquitosas (clorito escamoso; esquisto cloridoso). Las laminitas de clorito difieren de las de mica por su blanda flexibilidad y su untuosidad. 2ª La *esteatita* ó *piedra de tocino*, substancia tierna, compacta, de fractura escamosa y polvo suave, de un as-

pecto craso, que se puede cortar como el jabon. Su color varía del blanco al verde y al rojo. Se la ha considerado como una variedad compacta de talco, penetrada por un poco de agua ó mezclada con hidrato de magnesia. En esta variedad puede colocarse la materia de la mayor parte de esas figuras grotescas que vienen de China, llamadas vulgarmente *mamarrachos*.

Anfíbol.

Los anfíboles constituyen un género de substancias cristalinas isoformes, bastante fáciles de reconocer, porque estando casi siempre netamente cristalizadas, ofrecen dos facetaciones muy brillantes, de igual limpieza y formando entre sí un ángulo muy abierto de unos 125 grados. Sus formas cristalinas llevan el sello de su tipo, poco simétrico, que es un prisma oblicuo con base romboidal (fig. 34). Los anfíboles son bastante duros para poder rayar el cristal con ellos ; funden en el soplete con bastante facilidad y dan un esmalte de diversos colores. Están compuestos de sílice y de varias bases isomorfes, y por consiguiente son susceptibles de reemplazarse unos á otros, á saber : de cal de magnesia y de protóxido de hierro : son blancos cuando, por casualidad carecen enteramente de óxido de hierro; pero toman

entonces unos tintes verdes mas ó menos oscuros, segun contengan una proporcion mas ó menos fuerte de este óxido colorante.

Los anfíboles tienen con los piróxenos, de que hablaremos luego, cierta analogía de aspecto y otras relaciones mas íntimas que han sido causa de que se hayan confundido ambas substancias durante mucho tiempo. En efecto, parece que no hay entre ambas una diferencia de naturaleza capaz de hacerlas separar en dos grupos bien caracterizados de especies. Si se comparan respectivamente los anfíboles y los piróxenos que están formados de las mismas bases, se halla, por una parte, que los minerales correspondientes tienen composiciones que concuerdan sensiblemente entre sí, y por otra, que las formas de los anfíboles, no solo se refieren al mismo sistema cristalino que las de los piróxenos, sino que unas y otras derivan de un mismo y único tipo, porque el prisma de facetacion de los anfíbolos puede deducirse muy sencillamente del prisma de facetacion de los piróxenos. Segun eso, los anfíboles, relativamente á los piróxenos de igual composicion, podrian solo constituir sub-especies : el carácter distintivo de las sub-especies correspondientes, no consistiria mas que en la diferencia de facetacion, pues estas sub-especies

se facetan paralelamente á las caras de las dos formas, de las cuales una puede considerarse como secundaria con respecto á la otra. Todo induce á ceer que esta diferencia de facetacion proviene de la de las circunstancias que han acompañado la formacion de los cristales de anfíbol y de piróxeno; los piróxenos parecen haber cristalizado por medio de un enfriamiento muy rápido, y los anfíboles por un enfriamento mucho mas lento.

Tres especies principales hay de anfíboles : 1° la *tremolita* ó *gramatita* que es blanca y lijeramente verdusca y se halla en cristales prismáticos largos (fig. 34) ó en masas compuestas de fibras desligadas que presentan un aspecto sedoso; 2° la *actinota* (ó piedra radiante), translúcida, de un verde oscuro, en hebras ó palillos muy largos, dispuestas de modo que irradian alrededor de un centro; 3° la *hornblenda* que es de un verde casi negro ó de un negro pardusco. Esta última es la mas comun; se la halla formando capas bastante considerables ó rocas simples llamadas *anfibolitas* y entra en la composicion de las rocas mezcladas llamadas *sienitas* y *dioritas*. Ordinariamente está diseminada ya sea en pequeñas masas la-



Fig. 34.

minares ó en agujas que se reconocen por su facetacion lustrosa, ya sea en cristales limpios y cortos de un negro oscuro.

Se hace referir á la especie tremolita una parte de esas substancias filamentosas vulgarmente conocidas con el nombre de *amianto* ó de *asbesto*, que en toda época han llamado la atencion por su gran flexibilidad, que es tal muchas veces, que la masa es tan suave como la estopa de lino ó de seda y por su incombustibilidad, que es lo que las distingue eminentemente de esas materias orgánicas con las cuales tiene alguna semejanza. Estas substancias filamentosas no pertenecen á una especie única como se creia antiguamente. Las palabras *amianto* ó *asbesto* no sirven, pues, hoy dia mas que para designar un modo de ser, una cierta forma que puede convenir á diferentes minerales, y que se halla, en efecto, en la dialaga, el talco esteatita, el anfíbol, el piróxeno, etc. El amianto mas apreciado es una substancia blanca ó parda, en filamentos sedosos, largos y flexibles, susceptibles de hilarse como cáñamo ó algodon, y si no solos, á lo menos mezclados con una pequeña cantidad de esas materias vegetales que luego se hacen desaparecer quemándolas.

El amianto resiste á la llama de nuestros ho-

gares, pero se derrite cuando se les expone á la accion de un fuego mas intenso, como el del soplete por ejemplo. Así pues, los tejidos que se podrian trabajar con esta substancia, no serian tan indestructibles como se creia en otro tiempo. Los antiguos conocieron el amianto que tomaban por una especie de lino incombustible y sabian hilarlo y tejerlo, haciendo con él sábanas y paños mortuorios en donde envolvian los cuerpos de los personajes cuyas cenizas querian recoger, sin mezclarlas con las de la hoguera. La palabra *asbesto*, que significa *inextinguible*, recuerda otro uso que hacian de él los antiguos. Tenian lámparas que llamaban perpetuas, alimentadas por un chorro de betun, las cuales ardian por medio de una mecha de amianto. En nuestros dias se ha probado hacer, con hilo de amianto, un papel que estuviese al abrigo de los estragos del fuego; pero todos los tejidos de esta clase, aunque realmente incombustibles, no por eso dejan de ser atacables por un fuego violento que puede fundirles y petrificarles. El amianto entapiza con sus filamentos las rendijas de ciertas rocas magnesianas; el mas hermoso que se conoce es el de las montañas de la Tarentasia, en Saboya, y el de la isla de Córcega.

Piróxeno.

Los piróxenos forman un género de substancias cristalinas isomorfes, compuestas, como los anfíboles, de sílice, de cal, de magnesia y de protóxido de hierro; estas tres últimas bases pueden reemplazarse mútuamente y por consiguiente presentarse mezcladas en todas proporciones. Se diferencian de los anfíboles, con los que tienen tan íntimas relaciones, en que su brillo es generalmente menos vivo, su aspecto mas vidrioso y sobre todo por su facetacion que se hace paralelamente á las caras, de un prisma oblícuo con base romboidal cuyas caras laterales forman entre sí un angulo de 87°. Los piróxenos se facetan tambien algunas veces paralelamente á los dos planos que dividen diagonalmente el prisma, pasando por su eje, y por consiguiente en dos direcciones perpendiculares entre sí. Ninguna de las facetaciones del piróxeno es tan limpia como la del anfíbol. Las mas perfectas son las dos facetaciones oblícuas, parallelas á las paredes del prisma.

Se distinguen varias especies de piróxenos: 1° el *diopsido*, que corresponde á la tremolita y tiene por base la cal y la magnesia. Esta especie, que es la mas rara, está en cristales

transparentes, blancos ó pardos verduscos; 2° la *salita* que corresponde al actinota y además de las dos bases precedentes, contiene protóxido de hierro; está en cristales y en masas laminares, de un verde mas ó menos oscuro, se faceta paralelamente á las paredes y bases del prisma fundamental; 3° la *augita*, que está en cristales de un verde negrusco mas pronunciado ó enteramente negro, cuya facetacion es fácil cuando sigue las paredes del prisma romboidal y difícil ó nula en sentido de las bases. Contiene las mismas bases que la salita y además un poco de protóxido de manganesio y de alúmina. Se encuentra abundantemente en cristales cortos y bien determinados (fig. 35), en las rocas volcánicas y forma, con el feldespato, el fondo de la materia de los basaltos.



Fig. 35.

Pueden referirse á los piróxenos y aun considerarse como especies ó variedades de mezcla de este género, las substancias llamadas *hiperstena* y *dialaga*. La hiperstena está en masas laminares, es de un color moreno ó negro metaloídeo bronceado, y ofrece las dos facetaciones de la augita y además una tercera paralela á la truncadura de la arista lateral aguda, que es mas neta que las otras dos. Tiene por

base el óxido de hierro y la magnesia. La *dialaga* está en pequeñas masas laminares, verduscas ó parduscas, tiernas y de un polvo suave; no ofrece, de un modo neto, mas que la última facetacion de que acabamos de hablar, pero con mas perfeccion aun que la hiperstena. Sus bases son la magnesia, la cal y el protóxido de hierro; la primera substancia predomina. Las pequeñas masas de dialaga están siempre diseminadas, sea en un feldespato compacto, sea en una serpentina. Las láminas que se desprenden por medio de la hendidura, tienen un aspecto mate y un lustre grasiento en la fractura transversal; sus grandes caras presentan un bruñido vivo y un brillo á veces metaloídeo y á veces anacarado; de aquí dimanan dos variedades principales de dialaga, la *dialaga metaloidea* que es de un verde ó gris oscuro y cuyo brillo se asemeja al del bronce, y la *dialaga verde* ó anacarada, llamada tambien *esmaragdita*, que es de un verde vegetal y cuyas láminas tienen reflejos de gris de perla. La dialaga constituye el elemento característico de la roca que llaman los geólogos *eufótida*. Es una roca de estructura granosa, compuesta de feldespato casi compacto y laminitas de dialaga, unas veces verde y otras metaloídea. Esta roca es muy tenaz y difícil de trabajar, muy

abundante en los Apeninos y en las cercanías de Turin. En Córcega forma capas bastante extensas de donde se saca esa materia conocida con el nombre de *verde de Córcega*, muy estimada por el buen efecto que produce.

Serpentina.

La *serpentina* es una substancia tierna que no se ha visto aun en el estado cristalino mas que en algunas partes de Suecia y que algunos mineralogistas la consideran, sin embargo, como debiendo formar una especie particular, mientras que otros no ven en ella mas que una mezcla de dialaga y de talco. Se presenta en masas compactas, de fractura escamosa, suave al tacto, cuyo lustre es algo graso y cuyo color dominante es el verde oscuro que pasa por grado al gris amarillento. Contiene muchas veces venas de asbesto de color de raso y laminitas que reflejan la dialaga, las que parecen fundirse insensiblemente en la pasta que las rodea. La serpentina á veces translúcida, es por lo comun opaca. Infusible en el soplete, se endurece por la accion de un fuego prolongado.

Entre las variedades de esta substancia se distinguen : 1º la *serpentina noble* que es translúcida, de un verde como el del puerro ó

del pistacho y por lo general de un color uniforme. Se hacen con ella tabaqueras, placas de adorno y jarros de diferentes formas. 2º La *serpentina* comun, opaca y de colores mezclados. Su superficie está salpicada de verde y de otros colores amarillentos y rojizos. Se han comparado estas manchas á las que tiene ordinariamente la piel de las serpientes, razon por la cual se ha dado á esta substancia el nombre de serpentina. En varios paises, donde la serpentina se presenta pura y en grandes masas, se emplea para fabricar ciertos vidriados económicos, sobre todo pucheros para cocer los alimentos, de donde viene el nombre de *piedras ollares* dado á estas variedades de serpentina, que tienen naturalmente todas las cualidades que se requieren para los vidriados y son bastante blandas para trabajarlas con el torno; basta ahuecarlas y darlas la forma que se desea, para obtener cacharros que resistan inmediatamente á la accion del fuego. Se hallan buenas piedras ollares en los alrededores del lago de Como, en Italia; su color es azulado y se llaman *piedras de Como.*

Caliza.

La *caliza* ó carbonato de cal romboédrico (vulgarmente piedra de cal), es una de las subs-

tancias esparcidas con mas abundancia en la naturaleza. Se la distingue fácilmente de los demás minerales, por la facilidad que tiene de disolverse en los ácidos con efervescencia, de reducirse á cal viva por la accion del fuego, y por dejarse rayar profundamente con una punta de hierro. Cuando está cristalizada, se la reconoce por su triple y fácil facetacion en fragmentos romboídeos y por el brillo vidrioso que la es propio. El grande ángulo de los romboedros de facetacion, es de unos 150°. Las masas laminares límpidas son conocidas bajo el nombre de *espato de Islanda*; poseen la doble refraccion en alto grado y duplican las imágenes de los objetos al través de las caras paralelas, de modo que basta poner un romboedro sobre un punto ó una línea negra, para ver dos imágenes desde el punto ó desde la línea. Las formas cristalinas de la caliza son sumamente numerosas; las mas comunes son : el sólido de facetacion ó romboedro primitivo (véase fig. 9); el prisma hexagonal, fig. 12, que constituye la variedad de forma llamada *prismática*; el dodecaedro, fig. 11, variedad llamada *metástica*; el romboedro agudo, fig. 36, variedad *inversa*; el romboedro muy obtuso, fig. 37, variedad *equiáxea*.

La caliza es tambien una de las especies

mas fecundas en variedades de formas accidentales y estructura. Entre las primeras se distinguen : la caliza en *estalactitas*. Ya hemos dicho en la página 35 cómo se formaban estos depósitos cónicos de capas sucesivas. Se refieren á ellos las estalacmitas que son masas llanas, apezonadas, compuestas de capas que forman ondulaciones, y cuyo color varía entre el blanco amarillento, el amarillo de miel y el moreno rojizo. Esta variedad es la que provee



Fig. 36.



Fig. 37.

el alabastro calizo ó alabastro oriental, que no hay que confundir con el que se toma muchas veces por término de comparacion cuando se quiere designar la blancura, porque este último es un alabastro yesoso. El alabastro calizo tiene una fractura estriada y es bastante duro para rayar el mármol blanco. El hermoso alabastro oriental, tan buscado por los antiguos, es un alabastro liso, de una blancura ligeramente láctea y con una bella semi-transparencia. Tal es el alabastro de que está hecha

la estatua egipcia que posee el Museo del Louvre. — La *caliza coraloidea*, producida por una multitud de agujetas cristalinas agrupadas entre sí y dispuestas oblicuamente al rededor de un eje comun, las mas de las veces encorvado sobre sí mismo; forman tambien unas ramas cilíndricas que se contornean y ramifican como el coral. La mayor parte de estas variedades parece que se refieren mas bien á una segunda especie de carbonato de cal que vamos pronto á mencionar bajo el nombre de aragonito. Tales son, entre otras, las que llamaban los antiguos *flos ferri*, porque se hallan en las minas de hierro y se las tomaba por una especie de vegetacion. — La *caliza incrustante*, que cubre diferentes cuerpos orgánicos, tales como ramas ú hojas de árbol. Existen muchas fuentes cuyas aguas están dotadas de la virtud de incrustar todos los cuerpos que hallan en el momento en que salen de la tierra, como las del acueducto de Arcueil, cerca de Paris, las de los baños de Tívoli, en las cercanaís de Roma, y las de San Felipe de Toscana. Se ha tratado, en beneficio de las artes, de sacar partido de estas incrustaciones, obligando á estas aguas á deponer sus sedimentos en moldes huecos, cuyas formas toman y conservan. De este modo pueden obte-

nerse unos pequeños bajos relieves tan bien hechos como si se hubiesen esculpido en mármol. Estas mismas aguas cubren el terreno por donde se derraman, de un sedimento poroso mas ó menos tosco al que se da el nombre de *toba caliza*. Se conocen masas considerables de estas tobas, cuya materia es compacta y homogénea : tal es el *travertino* de las canteras de Tívoli que ha servido para la construccion de los monumentos de Roma. Pero la mayor parte de las tobas tienen el grano tosco y su substancia se halla muchas veces mezclada de partículas extrañas, tales como resíduos de conchas y vegetales. — La *caliza seudo-mórfica*, cuyas formas son oriundas de cuerpos orgánicos y principalmente de conchas.

Entre las *variedades de estructura* ó en masas, se distinguen la *caliza fibrosa* de fibras rectas y sedosas. Esta variedad, que es bastante rara, se emplea en Inglaterra para hacer con ella joyas de una forma redonda que facilita el desarrollo de los reflejos satinados de la piedra. — La *caliza laminar* ó *sacaroide*, de fractura brillante granosa ó lijeramente laminar. A esta variedad se refiere el mármol estatuario [1] de los antiguos, llamado de *Paros*

1. La voz *mármol* designa, en general, todas las pie-

y el mármol estatuario de los modernos, llamado de *Carrara.* Este último tiene el grano semejante al del azúcar y se extrae de las canteras de Carrara, en la costa de Génova, aunque tambien se le halla en los Pirineos. Estos mármoles sacaroides pertenecen generalmente á los terrenos primitivos. En la escultura no se emplean mas que mármoles blancos y tersos, pero hay calizas sacaroides que tienen venas de talco verdusco (el mármol cipolino) ó de otros colores, como el *azul turqui* que es de un azul pardusco. Este último mármol se emplea para hacer tablas ó tapaderas para las mesas, cómodas y otros muebles; en cuanto al primero sirve para construir columnas.

La *caliza compacta*, de grano fino y de fractura sin brillo, con diversos colores producidos por mezclas mecánicas; es la que mas frecuentemente se emplea bajo el nombre de mármol, y tiene muchas variedades de las cuales solo recordaremos aquí las mas conocidas. Entre los mármoles lisos ó del mismo color, citaremos el *amarillo antiguo* y el *amarillo de Siena*, caracterizados por un tinte oscuro, sin vetas ni manchas (las columnas

dras calizas, de grano fino, susceptibles de alisarse y de emplearse en los adornos y construccion de los edificios.

interiores del Panteon de Roma, pertenecen á estas variedades) : el *rojo antiguo*, de un color de sangre ; tal es el de los dos asientos antiguos que se ven en el museo del Louvre : los mármoles *negro* de Dinant y de Namur, que se emplean en el embaldosado de las iglesias. Entre los mármoles veteados y salpicados, se distingue el *portor* de venas amarillas sobre fondo negro ; el mármol de *Languedoc*, encarnado y blanco, de las canteras de Caunes, cerca de Narbona ; las columnas del arco del Carrousel de Paris, son de este mármol ; el mármol de *Sainte-Anne*, cuyo fondo negrusco con venas grises y blancas, es uno de los mas comunes y de los menos caros; viene de las fronteras de Bélgica. Entre los mármoles lumaquelas ó conchíferos, es decir, los que están compuestos enteramente ó en parte de resíduos de conchas ó de madréporas, se distinguen las *lumaquelas* grises y negruscas de Narbona y de Borgoña ; la *lumaquela amarilla*, llamada de *Astracan* procedente de las orillas del Ganges ; el *pequeño granito*, cuyo fondo negro está sembrado de manchitas grises, redondas ó estrelladas, que son unos fragmentos de encrinos. Se da el nombre de *mármoles brechas* á los que están compuestos de fragmentos angulosos de varios colores reunidos por una

pasta caliza de tinte diferente. Cuando los fragmentos son muy pequeños se llaman estos mármoles *brocatelas*. Los *falsos brechas* son unos mármoles veteados que tienen la apariencia de brechas ó que parecen estar compuestos de fragmentos por el modo con que se entrelazan las vetas. Los mármoles veteados y de colores pertenecen en general á la serie de terrenos intermediarios ó á los terrenos secundarios mas antiguos.

La *caliza compacta* amarillenta ó piedra litográfica), de fractura lisa y de grano muy apretado es susceptible de pulidez; pero lo que principalmente distingue esta roca importantísima, es su textura de grano muy fino, algo porosa, que deja penetrar con facilidad en su masa las materias grasas de la tinta y lápiz con que se escriben ó trazan sobre su superficie los dibujos. Las mejores piedras litográficas y las mas apreciadas son las de Baviera pertenecientes al terreno jurásico. En Francia las hay tambien bastante buenas, en las cercanías de Chateauroux; y en España en el monte Jaitzguibel, cerca de Fuenterrabía en las provincias Vascongadas y en otras varias partes.

La *caliza oolítica*, en grandes masas compuestas de glóbulos, ordinariamente bastante gruesos y á veces muy finos. Las calizas lito-

gráficas y oolíticas son comunes en los terrenos secundarios medios, sobre todo en los terrenos jurásicos, porque componen en gran parte la cadena del Jura. — La *caliza cretosa* ó la creta, á veces mezclada con algo de arena, blanca por lo comun, muy friable, dejando huellas de su paso sobre los cuerpos duros. Desmenuzada y desleida en agua, forma esa pasta llamada impropiamente *blanco de España*, que sirve para escribir en los encerados ó pizarras y para el vaciado en la escultura, en las molduras doradas y para otros muchos usos. La creta blanca de los alrededores de Paris que se ve en Meudon y en Bougival, está situada en el límite superior del suelo secundario. — La *caliza margosa* ó mezcla de arcilla; en esta variedad se coloca la piedra de Florencia (mármol ruiniforme), de fondo gris amarillento, marcado con líneas parduscas. Estas líneas que son el resultado de infiltraciones que han llenado unas grietas planas y cruzadas en todo sentido, forman dibujos angulosos que, vistos á cierta distancia, parecen ruinas de edificios. — La *caliza tosca*, mas ó menos mezclada con arena (piedra de cal comun y piedra de construccion de los parisienses), es de color amarillo ó blanco súcio; su grano tosco, no es susceptible de pulidez.

Es muy comun en las cercanías de Paris, donde se hace notar por la gran cantidad de conchas del género *cerito* que contiene; forma la mayor parte de la capa inferior de los terrenos terciarios. Se la emplea principalmente como piedra de sillería, pero sirve tambien para la extraccion de la cal, con la creta, el mármol y demás variedades calizas.

Para convertir estas piedras en cal viva, no hay mas que cocerlas ó calentarlas fuertemente en los hornos, lo cual se llama vulgarmente *calcinar la piedra*. De este modo se las despoja de su ácido carbónico y se las transforma en una substancia pastosa que es la base de todas las argamasas que se emplean para unir y solidificar los materiales de los edificios. Las piedras calizas, dan, segun su grado de pureza, cal de diferentes calidades, entre las cuales se distingue la *cal grasa* que es muy blanca, absorbe mucha agua cuando se la apaga y requiere mucha arena para hacer argamasa con ella; la *cal delgada* que requiere poca agua y poca arena; la *cal hidráulica*, que tiene la propiedad de endurecerse en el agua sin auxilio de ninguna mezcla. Esta última es la que se emplea para las fundaciones húmedas y todas las obras de albañilería que deben hacerse dentro del agua.

La *caliza silicosa*, de textura compacta y grano variable, pero ordinariamente fino; es mas dura que la cal comun y deja un resíduo de sílice por su disolucion en el ácido nítrico. Es muy comun en las cercanías de Paris. En el bosque de Fontainebleau se encuentran cristales calcáreos que se han formado en medio de la arena, arrastrando en su masa partículas silicosas. A veces estas partículas son tan abundantes, que dan á estos cristales la apariencia del gres comun; es lo que se llama *gres cristalizado de Fontainebleau.*

La *caliza arcillosa*, (marga calcárea). Como ya hemos visto, la arcilla es una mezcla terrosa, tierna, que forma pasta con el agua y que cuando es pura es infusible y no efervescente en los ácidos. La marga, que es una mezcla de caliza y de arcilla, es á la vez fusible, efervescente y dúctil con el agua.

Existe otra especie de carbonato de cal que tiene aparentemente la misma composicion química que la caliza de que acabamos de hablar, pero que presenta una estructura y formas enteramente diferentes. Rara vez se encuentra en la naturaleza. Su fractura es vidriosa y no laminar y sus formas pertenecen al sistema del prisma recto romboídeo. En fin, su dureza y su densidad son mas considerables

que las del carbonato ordinario, por cuya razon se la ha separado bajo el nombre de *aragonito*, por haberse hallado las primeras muestras en el reino de Aragon, en España. Hay aun otra especie de piedra caliza (la caliza magnesiana ó *dolomia*), con bases de cal y magnesia, que se acerca mucho á la caliza ordinaria por sus caracteres exteriores, pero que se distingue de esta en que su efervescencia es muy lenta con los ácidos, en el estado frio, y en que su solucion da un precipitado con el amoniaco. Cuando está cristalizada tiene ordinariamente un brillo algo anacarado y se hiende en romboedro, cuyo ángulo es de mas de 106°. Existe tambien en el estado granoso y compacto y forma entonces grandes masas esparcidas en el suelo primordial y sobre todo en los terrenos secundarios. Se coloca entre las dolomias compactas la piedra de afilar navajas, llamada tambien *Piedra de Levante*.

Yeso.

El *yeso* (piedra de yeso) es una substancia en extremo tierna, que puede fácilmente rayarse con la uña y reducirse á un polvo blanquecino y harinoso; es divisible en un solo sentido en láminas delgadas, cuando está cristalizada. Si se ponen estas láminas sobre un ascua, se sub-

dividen por sí mismas en una multitud de hojas que decrepitan y blanquean, porque despiden agua. Sometido á un fuego moderado, pierde el yeso toda su agua y se convierte en una substancia blanca, que es el *yeso comun*, ó de albañilería. El yeso es un sulfato de cal hidratado ligeramente soluble en el agua. Su cristalizacion se acerca al sistema del prisma oblícuo con base rectangular. La figura 38 representa una de sus formas mas ordinarias. Es incoloro con frecuencia y á veces amarillento.

Entre sus variedades se distinguen : 1º el *yeso sedoso*, cuyo tejido imita el mas hermoso

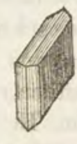


Fig. 38.



Fig. 39.

de la seda. Esta variedad se asemeja mucho á la caliza fibrosa que se trabaja en Inglaterra, pero es menos dura. — El *yeso lenticular*, en cristales alterados por redondeces, y presentando la forma de lentejas. Muchas veces dos lentejas estan pegadas una á otra, de modo que

parece que se penetran en parte. Los fragmentos que se desprenden de estas dobles lentejas por la facetacion ó por el choque, se asemejan á una cuña sesgada en la base (fig. 39); es lo que se llama *yeso de punta de lanza.* — El *yeso compacto* (ó alabastro yesoso), que no hay que confundir con el verdadero alabastro, que es una variedad de caliza. Al yeso compacto se refiere la expresion *blanco como alabastro.* El que se halla en Toscana es translúcido y de un blanco lechoso; todo el mundo ha visto los floreros, relojes de sobremesa y otros objetos hechos con él. — El *yeso tosco* (ó la piedra de yeso), compuesto de granos laminares, amarillentos ó de un blanco súcio, como el que constituye casi enteramente la colina de Montmartre, cerca de Paris. Este yeso está mezclado con cierta proporcion de caliza que da mas solidez al yeso comun de albañilería que se extrae por medio de la coccion. El yeso de albañilería no es mas que la piedra de yeso que, cocida á un fuego moderado y reducida á polvo, ha perdido toda el agua que contenia, absorbe la humedad con avidez, y cuando se le amasa con agua se convierte en una masa sólida. Todo el mundo sabe el uso que se hace del yeso para sellar los herrajes en la piedra, para barnizar la parte exterior de las casas,

para hacer techos y cornisas, para modelar estátuas, etc. Tambien se le emplea para el abono de las tierras. Mezclado con agua y cola, forma una pasta que adquiere gran consistencia y se llama *estuco*. A este estuco se le puede añadir colores y entonces sirve ventajosamente en todas las construcciones en que se ha de imitar el mármol.

El yeso se presenta en varios grados de profundidad en los terrenos secundarios y terciarios, donde forma capas ó montones mas ó menos compactos. Es muy abundante en los alrededores de Paris, donde se le halla mezclado con margas grises y verdes y contiene ademas numerosos resíduos de huesos de mamíferos terrestres.

Existe otra especie de sulfato de cal que difiere del yeso en que no contiene agua; tal es el yeso anhidro ó *karstenita*, substancia cristalina, ordinariamente blanca, de estructura laminar ó sacaróide, que se hiende en tres direcciones rectangulares. Es mas dura y pesada que el yeso propiamente dicho. Se la halla en capas ó en montones en los terrenos intermedios y en los secundarios mas antiguos.

Sal gema.

La *sal gema* (sal marina) es un cloruro de sodio ó un compuesto de cloro y del metal de la sosa. Es una substancia soluble en el agua, de un sabor que todo el mundo conoce, ordinariamente blanca, límpida ó translúcida, de una estructura laminar que da fragmentos cúbicos y algunas veces una textura granosa ó fibrosa. Se la halla en la naturaleza bajo dos estados diferentes : en las aguas del mar y en las de las fuentes saladas, de las cuales se saca por medio de la evaporacion natural ó artificial, y en bancos ó montones mas ó menos considerables, ó en venas en medio de arcillas en los terrenos secundarios y terciarios. Estas arcillas son á veces grises, á veces rojizas y comunican á menudo su color á la sal que contienen : esta, con frecuencia, está acompañada de yeso ó de karstenita. La sal se emplea en la economía doméstica y en agricultura en los alimentos de los hombres y de los animales y para el abono de las tierras. Sirve tambien para la fabricacion de la sosa del comercio; para esto se empieza por transformarla en sulfato, tratándole por el ácido sulfúrico.

Las salinas mas notables que se conocen son las de Wieliczka en Polonia, que forman un

conjunto de 2,500 metros de largo sobre 1,000 de ancho y mas de 200 de profundidad. Las famosas minas de Cardona en España; las de Northwich en Inglaterra; Abondange, Rozieres de las salinas, Gouhenans, Melsey, Salins, Arbois y otros puntos en Francia; en Bex en Suiza; en Salsburgo y en el Wurtemberg; en el cretáceo en las montañas de los Zuabis (provincia de Constantina); en las llanuras ó desiertos de Sahara, en Africa. Se citan aun otras en las grandes llanuras del mar Caspio, en California, en Cuba, Santo Domingo, Perú, etc., en donde se encuentran masas inmensas. En España además de la de Cardona, abunda la sal gema en Manuel, Villena, Villalgordo de Cabriel, Minglanilla, Monovar, Villarrubia, Onda, Sarrion y otras partes.

En manantiales se explota la sal en Dieuze, Vic, Salins en Francia; Volterra en Toscana, en Transilvania, en la América septentrional, en Siberia y otros puntos.

Por fin, se hallan lagos y pantanos salados en la Rusia de Asia, en Siberia, Tartaria, en China, Persia, en Egipto, etc.

II. DE LAS SUBSTANCIAS PÉTREAS

DISEMINADAS EN LAS GRANDES MASAS Y PARTICULARMENTE EN LAS PIEDRAS PRECIOSAS.

Fluor.

El *fluor* (espato fluor; fluato de cal, fluorina) es una combinacion de la substancia elemental llamada fluor y del metal de la cal. Es una piedra de fractura vidriosa, mas tierna que el cuarzo y mas dura que la caliza, cristalizando ordinariamente en cubos y distinguiéndose por la diversidad de tintes vivos, verdes, amarillos, azules, violáceos, con que están adornados sus cristales. Se faceta, con la mayor limpieza, en cuatro sentidos diferentes, paralelos á las faces de un octaedro regular. El ácido sulfúrico la ataca y hace salir de ella un vapor blanco (ácido fluórico), capaz de corroer el vidrio. Cuando se calientan algunas de sus variedades hasta la temperatura del agua hirviendo, tienen entonces la propiedad de esparcir, en la oscuridad, un resplandor fosfórico de un verde vistoso, por lo que se les ha dado el nombre de clorofanos. Esta substancia forma parte de las materias pétreas que acompañan en los filones al mineral metálico; se encuentra frecuentemente en las minas de plomo. Una de las va-

riedades mas apreciadas es la que se halla en Inglaterra, compuesta, como los albatros, de zonas sucesivas alternativamente blancas y violáceas y dispuestas en forma de S; se hace con ella vasos y placas de varias formas. Créese que la materia de los vasos murrinos, que tanta celebridad tenian entre los romanos, era ni mas ni menos que el fluor.

Apatito.

El *apatito* (ó fosfato de cal) es una piedra compuesta de ácido fosfórico y cal, mezclada con un poco de cloruro ó de fluoruro de calcio, vidriosa como la precedente, con casi el mismo grado de dureza que ella y con igual variedad de colores, aunque menos vivos. La mayor parte de las veces se presenta cristalizada en prismas hexaedros regulares y en prismas coronados por pirámides de triángulos isóceles como las del cristal de roca. Algunas de estas variedades gozan, como el fluor clorofano, de la facultad de convertirse en fosforescentes por la accion del calor. El apatito es tambien una de las substancias que se hallan en los filones metalíferos y se la encuentra, además, diseminada en las rocas graníticas, micáceas y talcosas. Se la encuentra, en fin, en masas bastante

considerables, pero en el estado terroso, en Estremadura de España.

Baritina, Celestina.

La baritina (ó sulfato de barita, espato pesado), es una substancia blanca, vidriosa, muy pesada, compuesta de ácido sulfúrico y de barita, y que, como el fluor y la caliza, se la encuentra á menudo asociada á los metales sobre matriz en los filones.

Despues de la caliza, es la substancia que ofrece el mayor número de variedades de formas cristalinas. Las que le pertenecen se refieren al sistema del prisma recto con base romboidal. Las mas comunes son octaedros rectangulares, prismas rectos con base romboidal ó rectangular mas ó menos modificados y muchas veces muy cortos, lo cual da á los cristales una apariencia de forma achatada que se llama *tabulario*. Estos cristales delgados se agrupan á veces de modo que imitan toscamente crestas de gallo. La barita no es siempre blanca, pues tiene frecuentemente un tinte amarillo ó rosado como la carne. Se la encuentra tambien en masas globulosas, cuyos rádios van del centro á la circunferencia y constituyen lo que se llama la piedra de Bolonia que se halla en el monte Paterno cerca de esta ciudad.

Se ha empleado esta variedad para la preparacion de la substancia fosforescente llamada *fósforo de Bolonia*. Para obtener este fósforo se calentaba fuertemente la piedra mezclada con carbon, luego se aglutinaban sus polvos por medio de una disolucion gomosa y se hacia con ellos una especie de tortas que, acercándolas á la luz durante algunos segundos, lucian luego en la oscuridad como ascuas. La baritina es una substancia de filones que acompaña á los minerales de plomo, plata y mercurio. Se halla tambien en venas y montoncitos en las rocas graníticas y en los gres ó arcillas secundarias, hasta la altura de los terrenos jurásicos.

La *celestina* ó el sulfato de estronciana tiene las mayores relaciones con la baritina ; sus cristales se presentan bajo las mismas formas, salvo algunos grados de diferencia en la medida de los ángulos correspondientes. A veces es blanca y límpida, pero tiene frecuentemente un color azul celeste de donde ha tomado su nombre. Se la encuentra muchas veces en agujas ó masas fibrosas, formando capas de un centímetro de espesor y compuestas de pequeñas fibras rectas paralelas. En fin, preséntase tambien en masas compactas ó terrosas, de forma tuberculosa ú ovoidea. Su posicion geológica es diferente de la de la baritina. Parece

ser de formacion mas reciente y no empieza á aparecer en la serie de terrenos, sino allí donde acaba la baritina, pero se prolonga hasta en las capas superiores del suelo terciario. Se la halla en los alrededores de Paris, en los depósitos de creta y en las margas del yeso.

Zeólitas, Anfigena, Analcima.

Las zeólitas forman un grupo de substancias que se asemejan y ligan entre sí, no solo por algunos caracteres exteriores, sino tambien por algunas relaciones químicas y geológicas. Estas substancias, que son generalmente blancas y de un aspecto vidrioso, están diseminadas en forma de almendras ó huesos de fruta cristalinos, ora en cristales aislados, ora en rocas ígneas antiguas (las rocas celulosas llamadas *amigdaloídeas*), ó en lavas de volcanes. La mayor parte son fusibles, con hervor, en el soplete y se disuelven en los ácidos haciendo con ellos una gelatina transparente ; son silicatos ó combinaciones de silicio con bases calcáreas, de las cuales los álcalis propiamente dichos forman casi siempre la base : generalmente son hidratadas. Entre ellas citaremos principalmente las especies siguientes :

La *anfigena* (ó leucita) es una substancia blanca que está cristalizada segun el sistema

cúbico y bajo las formas del granate del que pronto vamos á hablar; por esto se la llamaba antiguamente *granate blanco;* pero es menos dura, porque raya con dificultad el vidrio; es anidre é infusible. Bajo este último punto de vista, como igualmente por su modo de ser geológico, es, en cierto modo una excepcion en el carácter general de las zeólitas. Está esparcida con abundancia en las lavas del Vesubio y en los productos volcánicos mas antiguos de la campiña de Roma.

La *analcima* tiene, por su cristalizacion, la mayor relacion con la anfigena, pero es mas dura que ella, con base de sosa, mientras que la anfigena tiene base de potasa y contiene cierta cantidad de agua que se desprende en la calcinacion. Además, es fusible en vidrio transparente. Se la encuentra en las rocas amigdaloídeas ó basálticas del Vicentino, Tirol, Escocia, etc., y en algunas aglomeraciones metalíferas de los terrenos primitivos.

La *apofillita* es una substancia blanca que cristaliza en prismas rectos de base cuadrada, notable por su fácil facetacion, paralela á su base. Como la analcima, se halla en las rocas amigdaloídeas y en algunos filones metalíferos.

La *chabasia* está cristalizada en romboedros algo obtusos y es comun en las rocas amigda-

loídeas. El *harmotomo*, al contrario, es bastante raro en dichas rocas, pero mas frecuente en los filones. Cristaliza en prismas rectos, de base rectangular y contiene la quinta parte de su peso de barita. Se le ha llamado *piedra cruciforme* porque sus cristales se agrupan paralelamente en su eje, de modo que figuran cruces rectangulares.

La *mesotipa* se presenta cristalizada en prismas romboidales, ordinariamente estirados en forma de agujas y reunidos, como rádios, al rededor de un centro. Los grupos mas hermosos de cristales son los de Auvernia. La *estilbita* se llama así porque es susceptible de una facetacion cuyas caras tienen un brillo anacarado notable, sea cual fuere el color de la piedra, que las mas de las veces es blanca y vidriosa, y á veces presenta un tinte oscuro de color de ladrillo. Estas dos últimas substancias se hallan tambien, como las demás zeólitas, en las rocas ígneas celulosas, pero se las encuentra igualmente en los terrenos estratificados, y la última no es rara en los esquistos cristalinos, llamados primitivos y en los filones metalíferos.

Las seis especies siguientes, que tambien son silicatos, pertenecen casi exclusivamente á los terrenos del período primitivo, en donde

están diseminadas en cristales, ó se presentan bajo la forma de venas ó de pequeños nidos.

Disteno, Estaurotida, Andalucita.

El *disteno* es una substancia blanca ó de un azul de záfiro, cuyos cristales presentan unas varitas ó largos prismas en forma de láminas, que se hienden con gran facilidad en un solo sentido paralelo á su eje. Es notable por su infusibilidad, por lo que los antiguos mineralogistas la emplearon para hacer ensayos en el soplete, bajo el nombre de *sappare*. Está diseminada en los micasquistos del San Gotardo, en Suiza.

La *estaurotida* (ó piedra de cruz), es una substancia rojiza ó de un gris negruzco, que cristaliza en prismas rectos romboidales y es notable por los grupos regulares que presentan sus cristales, cuya forma es á veces la de una cruz exactamente rectangular (fig. 22), á veces la de una cruz anglo-oblícua (fig. 23), cuyos ángulos son siempre los mismos. Se la halla pegada al disteno en el San Gotardo y está muy esparcida en los esquistos arcillosos de Bretaña.

La *andalucita* es otro mineral comun en los esquistos de Bretaña, y cristaliza en largos prismas romboídeos poco diferentes de los prismas

de base cuadrada. Estos prismas blanquecinos, que están diseminados y como amasados con la roca, ofrecen una singular disposicion representada en la figura 40. La materia negra de la roca parece haberles penetrado y mezcládose con su propia substancia, no de un modo uniforme, sino de modo que figuran, sobre el corte de los cristales, una especie de mosáico. En el centro y hácia los cuatro ángulos de la base, se ven unos losanges pequeños de materia negra, unidos entre sí por líneas negras que siguen las direcciones diagonales.



Fig. 40.

Frenita, Epidota, Axinita.

Las tres substancias de que vamos á hablar, se hallan en venas en los granitos del Delfinado, y las dos primeras han aparecido tambien en algunas rocas amigdaloídeas. La *frenita* es un mineral vidrioso, casi siempre verdusco, de un brillo algo graso, y cristaliza en prismas rectos y romboídeos. Estos prismas, cuando se agrupan, toman la forma de un abanico y forman muchas veces masas de superficie curva y concoidal. La *epidota* es un mineral vidrioso, de un verde amarillento oscuro que cristaliza en largos prismas oblicuán-

gulos formando masas aciculares ó fibrosas. La *axinita* es otra substancia vidriosa, casi siempre morada, cuyos cristales presentan la forma de prismas irregulares, muy delgados y con bordes cortantes como el filo de un hacha. Se halla muchas veces mezclada con la substancia verde pulverulenta llamada *clorito.*

Gemas ó piedras preciosas.

Las *gemas ó piedras preciosas*, de las cuales la mayor parte se hallan en cristales diseminados ó implantados en las rocas primitivas y á veces en pedazos rodados en los terrenos de transporte, reunen á la rareza que les da un precio tan caro en el comercio, cualidades reales que en todo tiempo han hecho que se las busque como objetos de lujo y de adorno. Tienen muchas veces, bajo un pequeño volúmen, una gran pesantez específica, una dureza considerable que les permite tomar y conservar por largo tiempo la pulidez y forma que se les ha dado, así como relucientes colores unidos á un brillo vivo y á veces á una perfecta limpidez. Las piedras preciosas mas esparcidas en el comercio se refieren á un corto número de especies minerales, que son casi todas silicatos y vamos á pasarlas sucintamente en revista; algunas pertenecen al feldespato y al cuarzo y

han sido, por consiguiente, ya mencionadas al tratar de estas substancias.

Lápis-lázuli.

El *lápis-lázuli* ó *lazulita* es una piedra de un azul claro, opaca, de fractura empañada y de grano fino, fusible y soluble por los ácidos en la gelatina; por el análisis, se extrae de ella sílice, alumina y sosa. Se halla á veces cruzada por venas blancas de cuarzo, de feldespato ó de caliza, y otras venas amarillas de pirita (hierro sulfurado). Esta substancia es rara : se la halla en venas en el granito y otras rocas del suelo primordial. El lápis, de un azul vivo y exento de manchas, es muy buscado por los artistas que le labrán en forma de placas; pero el principal uso de esta piedra es el de suministrar á la pintura ese hermoso color azul, casi inalterable, conocido con el nombre de *ultramar* y que tan hermosos efectos produce en la tela. Para prepararla, se muele la piedra y se la reduce á polvos finos que se mezclan con la resina para hacer una pasta; se mete luego esta pasta en un lienzo y se la amasa en el agua. El líquido se carga entonces de partículas de colores muy fijas, que tiene en suspension. Despues de haber arrojado la primer agua porque no ofrece

mas que una materia gris, la segunda da el ultramar de primera calidad; las aguas siguientes ofrecen ultramares de un tinte mas pálido que va disminuyendo gradualmente hasta la última agua.

Turquesa.

La *turquesa* (caláita) es una piedra opaca y compacta, de un azul celeste ó de un verde claro, coloreado por el óxido de cobre; es mas dura que el cuarzo. Dos clases de turquesas deben distinguirse : la turquesa llamada de *roca vieja* ú *oriental*, que es una verdadera piedra y la mas buscada en el comercio; y la turquesa de la *roca nueva* ú *occidental;* esta última no es mas que un fósil, con fosfato de hierro. Las turquesas tienen un tinte bastante agradable; se las corta en cabujon y se las engasta con una guarnicion de diamantes ó de rubíes. Las turquesas de la nueva roca son menos estimadas, porque pierden parte de su tinte á la luz.

Circon.

El *circon* es un mineral compuesto de sílice y de circonio, duro, infusible, de fractura vidriosa, que se presenta siempre cristalizado bajo la forma de octaedros ó de prisma recto

con base cuadrada, mas ó menos modificada. Tiene un brillo lo mas comun graso, algo parecido al del diamante; posee en alto grado la doble refraccion y de todas las piedras preciosas es la que tiene mayor pesantez específica. Como la mayor parte de las gemas, se le halla en cristales diseminados en las rocas macizas (las sienitas, los basaltos) ó en los terrenos movedizos (arenas de Ceylan, de Expailly, en Francia). Se distinguen dos variedades principales : 1° el circon de color anaranjado-oscuro (ó jacinto), cuyo color se pierde por la accion del fuego; 2° el circon incoloro ó amarillo verdusco. Los cristales de circon son demasiado pequeños para hacer de ellos un uso cualquiera. Casi todas las piedras que circulan en el comercio con el nombre de *jacintos*, pertenecen á una especie de granate.

Granate.

Las piedras conocidas con el nombre de *granate*, están compuestas de sílice, de alumina y de una tercera base que varía entre los granates de color diferente. Consideradas bajo el punto de vista de su composicion química forman, pues, muchas especies que pueden mezclarse en la misma masa; pero dejando aparte el color, todos los granates tienen exterior-

mente la mayor semejanza; su aspecto es vidrioso y están siempre cristalizados en dodecaedros romboidales ó en sólidos de 24 caras trapezoídeas (fig. 41). Tienen la refraccion simple, todos son fusibles en esmalte y bastante duros para rayar el cuarzo. Hay granates verdes (*grosularios*), granates morenos y opacos, granates negros (*melanitas*); pero los granates mas comunes son rojos y mas ó menos transparentes. Entre estos últimos hay que distinguir el granate rojo de fuego ó de amapola (el *piropo* ó granate de Bohemia); el granate de un rojo violáceo ó purpurino (*almandina*, *granate noble ó sirio*); el granate rojo anaranjado (el *bermejo* ó *granate jacinto*). Los granates están abundantemente diseminados en varias rocas de cristalizacion, sobre todo en los gneiss y los micasquistos : se les halla tambien en las tobas volcánicas. Los granatos sirios y bermejos son bastante estimados en el comercio, pero los demás tienen poco valor en general; estos granates comunes se cortan en forma de perlas, cabujones y granos de facetas que se agujerean para hacer collares y braceletes.


Fig. 41.

Otro mineral hay que parece tener una composicion química análoga á la de los granates,

pero cuyas formas cristalinas pertenecen á un sistema cristalino diferente, el del prisma recto con base cuadrada. Este mineral es la *idocrasa* llamado tambien *vesubiana*, por ser muy comun en las rocas ó agregaciones cristalinas que eran antiguamente arrojadas por el Vesubio. Es una substancia dura, vidriosa, fusible como el granate, de color moreno, verde ó azulado, se la halla á veces en estado granoso ó compacto, en pequeñas capas ó venas en los terrenos de micasquisto. La idocrasa morena del Vesubio es susceptible de tomar un brillo pulido bastante vivo y se le puede emplear en el arte de la joyería.

Turmalina.

La *turmalina* es una substancia de fractura vidriosa, fusible con mas ó menos dificultad, de una dureza apenas superior á la del cuarzo, muy eléctrica por el calor; se presenta siempre cristalizada y las mas de las veces diseminada en cristales prismáticos ó en forma de cilindros muy largos, en las rocas del período primitivo (granito, gneiss y micasquisto). Estos cristales derivan de un romboedro, y no presentan ninguna facetacion bien aparente; lo que les hace notables es la propiedad que tienen de electrizarse fuertemente por la accion del calor y de

adquirir polos de contraria virtud. Son unos silicatos dobles que contienen una pequeña cantidad de ácido bórico, y que están diversamente coloreados por los óxidos de hierro y de manganesio. Se dividen en turmalinas morenas ó negruscas (*chorlo*), turmalinas transparentes, de un verde sombrío (esmeraldas del Brasil), turmalinas de un azul de añil (*indicolitas*), turmalinas de un rojo violáceo (rubelitas). Exceptuando esta última, las turmalinas tienen poco valor á causa de su poca duracion y de lo débil de su brillo.

Peridote.

El peridote es una substancia vidriosa de un verde algo amarillento, infusible, y menos dura que el cuarzo; cuando está cristalizada se presenta bajo forma de prismas rectos rectangulares, mas ó menos modificados en sus bases; está compuesta de sílice, de magnesia y de óxido de hierro. Bajo el punto de vista de la textura, se distinguen dos variedades principales de peridote; la *crisolita*, que es el peridote cristalizado, vidrioso y de color verde, y la *olivina* que es un peridote granular de color variable, á consecuencia de las alteraciones que ha experimentado. La crisolita no se ha hallado hasta ahora mas que en cristales generalmente

poco voluminosos y se ignora su verdadero yacimiento. La mayor parte de los peridotes cristalizados vienen del Levante por el comercio de Constantinopla, y proveen una piedra poco estimada á causa de su débil brillo y de su escasa dureza. La olivina se presenta en granos ó en masas granosas mas ó menos considerables, de color verde amarillento cuando la substancia no está alterada, pero pasa al amarillo verdusco, al rojizo ó al negruzco á consecuencia de las descomposiciones que experimenta. Pertenece á los basaltos y demás rocas análogas. Hasta ahora no se la ha hallado mas que en los terrenos ígneos donde es característica del basalto. A veces forma en esta roca masas nudosas del tamaño de la cabeza.

Esmeralda.

La esmeralda es una substancia vidriosa cristalina, mas dura que el cuarzo y fusible en vidrio blanco en el soplete. Está esencialmente compuesta de sílice, de alúmina y de glucina. Cristaliza en prismas hexaedros regulares y yace en cristales implantados ó diseminados en las rocas del terreno micasquisto. Es á veces de un verde puro, color debido al óxido de cromo (esmeralda propiamente dicha del Perú y de Egipto); á veces de un azul verdusco parecido

al tinte del agua del mar (verde-mar de Siberia); á veces amarillo ó incoloro (*berilo*). Las esmeraldas de un verde puro son muy estimadas y buscadas en las artes de ornamento, por el encanto de su color. Una de las mas célebres es la que adorna la cima de la tiara del Sumo Pontífice, pues tiene 3 centímetros de largo sobre 31 milímetros de diámetro. Se hallan en Francia, cerca de Limoges, esmeraldas opacas (berilos) de un volúmen considerable, pero de ningun precio á los ojos de los aficionados.

Topacio.

El *topacio* es una substancia vidriosa bastante dura para rayar el cuarzo, infusible, dotada de la doble refraccion y siempre cristalizada; faceta con notable limpieza en una sola direccion perpendicular al eje de los cristales. El brillo del plano de la facetacion es tan vivo, que basta él solo para dar á conocer un topacio. Sus formas cristalinas se refieren á los prismas rectos con base romboidal ó rectangular. La figura 42 representa una de las formas mas comunes del topacio del Brasil. Está compuesto de sílice, de ácido fluórico y de alúmina. Los cristales de topacio se presentan



Fig. 42.

en la naturaleza de dos modos diferentes: ó implantados en las cavidades de las rocas macizas granitoídeas, ó en trozos rodados en los aluviones antiguos, con las substancias precedentes. Estos cristales son ordinariamente prismas sobrecargados de estrias longitudinales y terminados ya sea por cimas en forma de cuñas ó de bisel (topacios del Brasil ó de Siberia), ya sea por caras horizontales, rodeadas de un anillo de facetas oblícuas (topacio de Sajonia). A veces el topacio es incoloro y límpido, como aquel que llaman los portugueses *gota de agua*, y se halla en pedazos rodados en el Brasil; cuando es perfecto y cortado de un modo conveniente, tiene un brillo bastante vivo, y se ha intentado varias veces hacerle pasar por un diamante de calidad inferior. Hay topacios de color azul celeste, que se asemejan mucho á las piedras verde-mar (véase la esmeralda, p. 141); pero el color por excelencia del topacio es el amarillo, que varía desde el pajizo (topacio de Sajonia), hasta el amarillo subido ó amarillo rojizo (topacio del Brasil). Se logra mudar este tinte rojizo en rosado bastante vivo, haciendo calentar los topacios en un baño de arena; de este modo se obtiene lo que llaman los lapidarios *topacios quemados*. Los topacios de que acabamos de hablar (que

no hay que confundir con el corindon amarillo llamado topacio oriental), son demasiado comunes para tener gran valor en el comercio.

Espinela.

La *espinela* es un mineral de grandísima dureza, casi igual á la del corindon y de un brillo vidrioso muy vivo. Es infusible y se compone esencialmente de alúmina y de magnesia. No se ha presentado aun mas que en estado cristalino y bajo formas derivadas del octaedro regular; ordinariamente se le halla en cristales muy pequeños, diseminados ya sea en las rocas macizas, ya en los terrenos movedizos, como la mayor parte de las demás gemas. Suministra á la joyería dos variedades de piedra roja ó de rubíes que se llaman *rubí espinela*, y *rubí balaja*, que no difieren entre sí mas que por el tono de su color. El rubí espinela (coloreado por el óxido crómico) es de un rojo punzó; el rubí balaja es de un colorado de rosa intenso ó de un rojo violado débil, con un tinte lácteo. La espinela ocupa uno de los primeros puestos entre las piedras preciosas á causa de su gran dureza y de su viva brillantez. Cuando pesa mas de $0^{gr},84$, dicen que vale la mitad de un diamante del mismo peso.

Corindo.

El *corindo*, *corindon* ó *corundo*, es alúmina pura cristalizada, infusible y el mineral mas duro despues del diamante. Las formas de sus cristales se acercan casi todas á las del prisma hexaedro regular y á la doble pirámide hexaedra. La facetacion no es fácil mas que en una parte de los cristales y se efectúa paralelamente á las caras de un romboedro ; en las demás, apenas es sensible.

Se distinguen cuatro variedades principales de corindo, de las cuales tres son relativas á la estructura y la cuarta es una variedad de mezcla : 1° el *corindo hialino* que es transparente y de fractura vidriosa, incoloro ó de varios colores : 2° el *corindo laminar* (ó espato diamantino), translúcido ú opaco, de fractura lamelar y divisible en fragmentos romboidales; 3° el corindo compacto, de fractura empañada; el *corindon granoso ferrífero* llamado vulgarmente *esmeril.* El corindo hialino comprende todos los cristales transparentes conocidos con el nombre de *piedras orientales;* sus colores son vivos y variados, y vista su gran dureza y la intensidad de su brillo, suministra á la joyería gran número de piedras finas algunas de ellas casi tan estimadas como

el diamante, cuando gozan de su perfeccion. Las mas notables son el corindo hialino de un colorado carmesí (ó *rubí oriental*); el amarillo puro (ó *topacio oriental*, que no hay que confundir con el topacio ordinario); el azul celeste (ó *záfiro oriental*); el violáceo (ó *amatista oriental*); la *asteria* ó corindon de un azul claro con reflejos blanquecinos que forman una especie de estrella cuando la piedra está cortada en cabujon. El corindo hialino no se ha hallado hasta ahora mas que en forma de cristales rodados en las arenas de los antiguos aluviones, principalmente en la India; en Francia se han descubierto algunos, aunque muy raros, en el arroyo de Epailly, cerca de Puy, en Velay. La corindos diamantinos están diseminados en medio de los granitos y de los micasquistos, en varias partes de la India, y tambien, aunque mas rara vez, en Europa, en el San Gotardo de los Alpes. El corindo mezclado de hierro ó esmeril, que es de color rojizo ó gris azulado, opaco y de fractura granosa, se halla en el micasquisto, en Sajonia y en la isla de Saxos, en Grecia. Ya se sabe que de sus polvos se hace en las artes mucho uso para pulir los metales, los cristales y piedras finas.

Diamante.

Este mineral pertenece á la clase de los combustibles, pues está formado de carbono puro; pero sus cualidades exteriores le asemejan á las substancias pétreas y principalmente á las piedras finas dándole el primer lugar entre ellas. Es el mineral mas duro y brillante y uno de los mas mas límpidos, pero bájo el punto de vista de su composicion química, se identifica, sin embargo, con el carbono que es un cuerpo friable, negro y opaco. Pero como no quema sino con extrema dificultad y que por otra parte goza en el mayor grado de las cualidades que hacen buscar y considerar ciertas piedras como objetos de riqueza y de adorno, se le ha colocado al frente del grupo de las piedras preciosas.

El diamante es el mas duro de los minerales conocidos, es decir, que los raya á todos y él no es rayado por ninguno, pero al mismo tiempo es muy frágil y un choquecillo cualquiera basta para quebrarle. Refleja vivamente la luz, pero sin doblar las imágenes de los objetos; su brillo es vivísimo y se asemeja, en cierto modo, al del acero pulido. Está siempre cristalizado y divisible por una facetacion fácil en octaedro regular; se le halla en cristales aislados bajo

la mayor parte de las formas del sistema del cubo, y mas particularmente bajo las del octaedro, de un sólido de veinte y cuatro caras (fig. 43) y de un sólido de cuarenta y ocho caras (fig. 44); pero casi todas las caras ó facetas de estos cristales están desformadas por redondeces procedentes de una cristalizacion imperfecta. Los diamantes de caras combadas se conocen bajo el nombre de diamantes esferoidales. Ordinariamente los diamantes no tienen


Fig. 43.


Fig. 44.

color, aunque es verdad que se han visto algunos amarillos, verdes, rosados, azules y aun negruscos. Los mas buscados son los rosados, pero generalmente se prefieren los diamantes límpidos, cuando tienen hermosas aguas sin ninguna raja. Todos los diamantes esparcidos en el comercio vienen de la India y del Brasil; se les halla siempre diseminados en los terrenos de aluvion antiguos, situados á poca profundidad debajo del suelo, formados de una arena cuarzosa de cimento ferruginoso. Hace

poco tiempo que se han hallado diamantes en un yacimiento de Siberia, semejante á los anteriores, en medio de los aluviones auríferos del Ural. Para extraer los diamantes de la roca arenácea que los contiene, se empieza por romperla, se lavan luego los fragmentos con un chorro de agua para limpiarles de la tierra que les está pegada, y sacando, en seguida, los guijarros mas toscos, se hace el apartado de la arena restante.

El diamante debe todos sus destellos y su brillo á la operacion del corte y de la pulidez, pues los diamantes en bruto, están siempre mas ó menos empañados. Para cortarlos, se aprovecha el lapidario de la propiedad que tiene este mineral de dejarse facetar, y como no hay substancia que tenga la menor accion sobre él por medio del roce, resulta que para pulirle hay que emplear sus propios polvos. Hay dos modos principales de cortar el diamante de caras; el *corte en brillante* y el *corte en rosa*. El brillante ofrece, por encima, una gran cara plana, rodeada de una doble hilera de facetas oblícuas, mientras que la parte inferior es espesa y guarnecida de facetas inclinadas que se reunen en un punto comun. La rosa tiene su parte superior muy saliente y cortada en forma de pirámide; la parte inferior

es llana, forma que conviene á los diamantes delgados, pero que está lejos de tener el brillo del brillante. Los diamantes son, en general, de pequeño volúmen; su valor comercial depende á la vez de su grado de perfeccion y de su tamaño. Se evalúa el peso de los diamantes en karats, y el karat vale $0^{gr},21$ (veinte y un centígramos). Un diamante de un solo karat vale 250 francos; un diamante de dos karats 1000 francos; de tres karats 1800 francos; de seis karats 5000 francos. Como se ve, los precios van aumentando en una proporcion mas rápida que el peso.

Entre los metales cortados que son mas célebres bajo el punto de vista del volúmen y de la perfeccion, se debe citar, en primera línea, al *Regente*, perteneciente á la corona de Francia, y pesa 136 karats; está cortado en brillantes y no tiene defecto alguno; así es que pasa por el diamante mas hermoso que se conoce. Despues viene el diamante del Gran Mogol (el *Koh-i-Noor*) que poseia hace algunos años el rey Lahore y pertenece hoy dia á la reina de Inglaterra. En el estado bruto pesaba 279 karats, habiendo sido reducido por el corte á 122. Todo el mundo sabe el uso que se hace de las puntas de diamante para rayar el vidrio y para grabar sobre los cuerpos duros. Sus polvos sirven tam-

bien para usar, cortar y pulir muchas piedras preciosas.

III. DE LOS METALES USUALES
Y DE SUS PRINCIPALES MINERALES EN BRUTO.

Los metales propiamente dichos, es decir, los cuerpos simples que se presentan naturalmente en el estado metálico, ó se reducen á él con mas ó menos facilidad por medio del carbon, tienen por caracteres comunes el ser opacos en masa, el poseer un brillo que les es propio hasta en sus mas mínimas partes, el poseer una gran densidad, superior en general á las de todas las piedras, el recibir un hermoso pulido, el ser buenos conductores del calor y del fluido eléctrico, etc. Forman la clase de los cuerpos mas importantes pues se les emplea en todas las artes necesarias á la vida y para fabricar los instrumentos sin los cuales no existirian estas artes, siendo así una de las causas mas activas del progreso de las ciencias y de la civilizacion. Los metales se encuentran rara vez puros (ó en el *estado nativo*) en las capas minerales del globo; se les halla mas comunmente en el estado de minerales en bruto ó minerales propiamente dichos, es decir, combinaciones con los principios mineralizadores (el oxígeno, el azufre, el cloro, el arsénico, etc.);

á veces pero con mas rareza, se hallan en estado de *sales* (carbonatos, sulfatos, etc.). Estos minerales en bruto ó están en montones poderosos ó diseminados en venas y riñones en las rocas de cristalizacion y terrenos mas antiguos de sedimento, ó bien se hallan en los filones que atraviesan las mismas capas. La mayor parte de los minerales metálicos, exigen ciertas preparaciones mecánicas, y una ó muchas fusiones antes que se pueda retirar de ellos metales que contienen. El arte que consiste en purificar los minerales y extraer de ellos metales en el estado en que se emplean inmediatamente para nuestras necesidades, se llama *metalurgia*. En el rápido exámen que vamos á hacer de los metales usuales y de los principales minerales de donde se extraen, los colocaremos segun el órden de su mayor utilidad.

El hierro.

El *hierro* es sin disputa el metal mas útil y provechoso para la industria humana, y está esparcido en la naturaleza con una abundancia proporcionada á su utilidad. El hierro puro es de un gris metálico algo azulado; no funde mas que á una temperatura excesivamente elevada, pero se ablanda fácilmente en el fuego ordinario de la fragua, pudiendo reci-

bir entonces todas las formas imaginables. Es dúctil y se deja reducir á hilos finísimos. Es muy tenaz y goza en alto grado de la propiedad magnética; por esto es el alma de la brújula, instrumento tan precioso en el arte náutico.

El hierro en el estado nativo ó casi puro no existe en las rocas que componen la corteza terrestre; no se le halla sino accidentalmente en la superficie, en masas casi siempre poco voluminosas, que son el producto de los incendios de carboneras de hulla ó de metéoros ígneos. Está diseminado en granos en esas piedras llamadas *aerolitos* que se ven caer á veces de la atmósfera, donde aparecen bajo forma de un globo de fuego que hace explosion. Se le halla tambien en masas bastante considerables, compuestas casi enteramente de hierro metálico, al cual se agrega siempre cierta cantidad de nikel y de cromo. Estas masas, que están aisladas y en la superficie del suelo, se las considera como caidas de la atmósfera lo mismo que los aerolitos. En efecto, se ha hecho constar la caida de varias de ellas, entre otras la de Agram, en Croacia. Una de las mas célebres es la que Pallas ha observado en Siberia, cuyo peso era de mas de 800 kilógramos y estaba acribillada de cavidades llenas de una materia vidriosa análoga al peridote. En la

América del Norte se han hallado algunas que pesaban mas de 15,000 kilógramos.

Todo el hierro empleado en las artes proviene de los diferentes minerales en bruto que son óxidos, hidratos ó carbonatos de hierro. Los minerales en bruto explotados se refieren á cuatro especies : el *hierro magnético* (ú oxidulado), el *hierro oligista* (ó hierro óxido rojo), el *hierro hidroxidado* y *hierro espático* (ó carbonato de hierro).

El hierro magnético ó hierro oxidulado es de un color negro brillante en masa y de un negro puro en polvos; cristaliza en octaedro regular y obra enérgicamente sobre la aguja imantada, sin que haya necesidad de calentarle. Se le halla en masas de estructura granosa, mezcladas muchas veces con hierro oligista y en masas compactas ó terrosas, formando montones considerables en los terrenos esquistosos primitivos. La variedad terrosa está muchas veces dotada del magnetismo polar y ella es la que lleva el nombre especial de mina ó piedra iman. El hierro magnético es muy rico en metal, se trata con la mayor facilidad y da un hierro de la mejor calidad. Con este mineral en bruto, procedente de las minas de Suecia y de Noruega, fabrican los ingleses su excelente acero. Las explotaciones mas importantes de este mi-

neral, en Suecia, son las de Taberg en Smœland, las de Dannemora en Upland, las de la isla de Uptoe, las de Gellivara en Laponia, las de Arendal en Noruega, etc. En Cogna y en Traverselle, en Piamonte, se explota un mineral semejante á los de Suecia. En Francia no hay ninguna explotacion de hierro. Este mineral se encuentra muchas veces bajo forma arenácea en los rios y orillas de los mares; en el reino de Nápoles, esta arena ferruginosa es bastante abundante para poder ser empleada en las grandes fábricas de hierro.

El *hierro oligista* (llamado vulgarmente *hierro de la isla de Elba*, *hierro oxidado rojo*), es el hierro en el máximo de oxidacion. Es de un gris de acero en masa, cuando no tiene la textura terrosa y cobra un rojo subido cuando se le reduce á polvos. Tiene muy poca accion sobre la aguja imantada, se presenta ordinariamente en masas compactas, cuyas cavidades están tapizadas de cristales que derivan de un romboedro agudo de 86° y notables, en el mayor número de casos por sus hermosos colores iríseos. La figura 45 representa una de las formas mas ordinarias. Se le encuentra tambien en cristales llanos ó en laminitas bri-


Fig. 45.

llantes en las lavas de Stromboli, en los traquitos y en las lavas de los volcanes apagados de Auvernia. A esta variedad se la da el nombre de *hierro especulario*, porque su vivo pulido le hace reproducir los objetos al modo de los espejos metálicos. A esta especie pertenecen los hierros oxidados rojos en masas compactas, y las variedades conocidas con los nombres de *hematita* y de *ocre rojo*. La hematita ó sanguina está en masas apezonadas, tiene una textura radiada y fibrosa como la de la madera, y provee la piedra para pulir que se emplea en los metales. Es un mineral rico que da una excelente fundicion; desgraciadamente es raro en Francia donde no se le conoce mas que en Baigorry en los Bajos Pirineos. El ocre rojo es un hierro oligista terroso, mezclado muchas veces de arcilla, que suministra el lápiz encarnado de los dibujantes; las variedades sólidas que se emplean en bruto, en ciertas circunstancias, se designan tambien comunmente con el nombre de *sanguíneas*. Las explotaciones mas célebres de hierro oligista son las de la isla de Elba y las de Framoud, en los Vosges. La primera es muy antigua, pues ya en tiempo de Virgilio las minas de Elba pasaban por inagotables y son aun hoy dia excesivamente ricas La Francia posee, además un yacimiento im-

portante de hierro oxidado rojo compacto en Lavoulte, departamento del Ardeche. El hierro oligista forma tambien capas poderosas en el Brasil, donde está mezclado con el cuarzo.

El *hierro hidroxidado* es un mineral moreno ó amarillo de orin que se distingue del precedente por el agua que contiene y por el color rojo de sus polvos. A esta especie es á la que se refieren casi todos los minerales de hierro de Francia. Entre sus variedades se distinguen: el mamelon fibroso (hematites parda), de superficie parda, cubierta las mas de las veces de un barniz lustroso é iríseo; el compacto de un pardo oscuro que se presenta en capas bastante poderosas; el geódico ó globuloso hueco (œtitis ó piedra águila); la pisolítica ó granuliforme (hierro en granos), en glóbulos pardos, libres ó reunidos por un cimento arcilloso; el limoso (hierro de aluvion ó de pantano) en masas ocreosas de un amarillo de orin.

El hierro hidroxidado hematites, tiene la propiedad de dar acero de fragua, como el hierro espático de que vamos á hablar, y al que acompaña ordinariamente. Se le explota en Rancié, en el departamento del Ariege, en los Pirineos y en el Delfinado. El hierro en granos es una fuente inagotable de riquezas para la Francia. Forma un depósito casi superficial,

generalmente de poco espesor, pero que se extiende á provincias enteras; donde se le encuentra en mayor abundancia es en las regiones cuyo suelo está constituido por la caliza oolítica. Allí está depuesto en la superficie ó llena unas grietas ó cavidades bastante irregulares de esta caliza. Es comun sobre todo en los departamentos del alto Saona, del alto Marne, del alto Rin y muchos otros, alimentando principalmente las grandes herrerías de Normandía, del Berry, etc., y entre otras la célebre fundicion del Creusot. Se halla tambien en medio de las calizas oolíticas un hierro hidroxidado que puede llamarse él mismo oolítico; este se distingue del pisolítico en que está en capas regulares; contiene muchas veces conchas fósiles y da un hierro de mala calidad. El hierro cenagoso no se explota en Francia, pero sí en Alemania y en el norte de Europa.

El *hierro carbonatado* es de un pardo amarillento y forma masas que son á veces cristalinas, á veces compactas y terrosas, que se alteran con mas ó menos facilidad cuando están expuestas al aire mucho tiempo, volviéndose primero negras, luego pardo amarillentas y transformándose así en hierro hidratado. La variedad de estructura cristalina se conoce par-

ticularmente con el nombre de *hierro espático* ó de *mina de acero*. Cristaliza como la caliza espática, se faceta fácilmente en tres sentidos y da de este modo romboedros que se asemejan mucho, por la medida de sus ángulos, á los del carbonato de cal. Este mineral, rico en hierro, es muy fácil de fundir y da directamente acero. Existe en filones en Baigorry, en los Bajos Pirineos y abastece numerosas fraguas catalanas en los departamentos vecinos. El hierro carbonatado terroso ó litoídeo se llama *hierro de las carboneras* de hulla, porque se le halla en capas en medio de las arcillas ó gres del terreno carbonífero. Este mineral, aunque de un valor intrínseco bastante escaso, es sin embargo, muy precioso á causa de su abundancia y porque está cercano á un combustible que se puede emplear en su tratamiento metalúrgico. Es casi el único mineral de hierro de los ingleses, cuyas herrerías producen anualmente una cantidad de productos doble de las que dan todas las fraguas de Francia. Tambien existe en gran abundancia en este último pais en los departamentos del Loira, Aveyron, Norte, etc. Desde algun tiempo á esta parte se le explota tambien en Alemania, en el Palatinado y en Silesia.

Tales son, pues, los minerales empleados en

la fabricacion del hierro á saber : el hierro magnético y el hierro oligista, en las herrerías de Suecia y Noruega; el hierro hidroxidado en granos, y el hierro carbonatado espático en las de Francia; y el hierro carbonatado litoídeo en las numerosas herrerías de Inglaterra. De estos diversos minerales se saca el hierro en uno de los tres estados siguientes : en el estado *fundido ó colado*, en el estado de *hierro maleable* (hierro fraguado ó en barras) y en el estado de *acero*. Para convertir el mineral en uno de estos productos, se le prepara, en la fusion, por medio de operaciones diferentes, como lavados, asaciones, etc., que tienen por objeto separarle y limpiarle, en lo posible, de las partes terrosas que contiene, de extraer el agua, el ácido carbónico, el azufre ó el arsénico que pueda contener, y transformarle en óxido puro. Hecho esto, se le lleva á un hornillo de hierro colado, llamado *alto hornillo* ú *hornillo mayor* (grande hornillo), donde se le pone en contacto con un combustible carbonífero (carbon de leña ó de piedra), y muchas veces con un fundente arcilloso ó calcáreo; se enciende luego el fuego y se le conserva bien encendido por medio de un fuelle. Prodúcense, entonces, dos operaciones : por una parte, la reduccion por medio del carbon del óxido en

materia metálica fusible, que se reune en el crisol del hornillo; y por otra parte la separacion de las materias terrosas que salen, en forma de escorias, por una abertura colocada en el borde superior del crisol. Cuando el crisol está lleno de fundicion, se la cuela en unos moldes de arena ó en un surco trazado en el suelo, destapando el agujero que se ha hecho con este objeto en el fondo del hornillo. La mayor parte del hierro fundido obtenido de este modo, sirve para alimentar las fraguas, donde se le espurga refundiéndole de nuevo para ponerle en el estado de hierro propiamente dicho; el resto, despues de haber sufrido muchas veces una nueva fusion en los hornos de reverberacion, se cuela en moldes de diferentes formas, para ser empleado inmediatamente en las artes ó en la economía doméstica, y constituye lo que se llama en el comercio *hierro colado en moldes*. El hierro colado es una materia metálica fusible y quebradiza, compuesta de hierro, de carbono y de una cantidad de óxido que no ha podido reducirse. De esta materia se hacen las ollas, peroles, morillos de chimeneas, bombas, balas de cañon, cañones de grueso calibre, y todas las grandes construcciones de hierro, como puentes, ferro-carriles, cúpulas, etc. A pesar de este enorme consumo

de hierro colado, la operacion que mas absorbe es la fabricacion del hierro, porque casi todo el que se emplea en las artes proviene del hierro colado que se ha espurgado con carbon en un horno semejante á una fragua ordinaria y que se ha estirado despues con el martinete ó entre cilindros. Revolviendo el hierro colado líquido que se ha obtenido por medio del carbon y del fuelle, se ven formarse grumos que se reunen en una masa que se llama *lúpis*. Se somete luego esta masa á la accion del martinete ó de los cilindros, y se acaba por reducirla al estado de hierro fraguado en piezas mas ó menos grandes. En cuanto al acero, que es el tercer producto de los minerales, se hace comunmente con el hierro fraguado, sometiéndole largo tiempo á una temperatura elevada, en cajas de ladrillos bien cerradas, donde se le coloca por capas alternativas con carbon pulverizado. El acero producido de este modo se llama *acero de cementacion*. Es una combinacion de hierro y de carbono, que se distingue del hierro colado por su mayor pureza, por la propiedad de dejarse fraguar y limar y por adquirir mayor grado de pureza y de elasticidad con el temple. El acero de cementacion, roto en pedacitos que se colocan en crisoles muy refractarios y

se calientan fuertemente en hornos de corriente de aire, es susceptible de fundirse y de ser colado en rieleras. Así es como se obtiene el *acero fundido* que es el que tiene la pulidez mas brillante y sirve para hacer navajas de afeitar, instrumentos de cirujía, etc.

Cuando se tienen minerales ricos y de fácil fusion, tales como ciertos hematites, y sobre todo los hierros espáticos, se puede obtener hierro maleable en el primer fuego, y economizar, por consiguiente, mucho tiempo y combustible, evitando la operacion que tiene por objeto de mudar el mineral en hierro colado. Para lograr esto, se coloca inmediatamente el mineral en el mismo crisol de la fragua donde se habria puesto el hierro si se hubiese seguido el proceder ordinario. Este nuevo proceder se usa hace mucho tiempo en Cataluña y en los Pirineos; llámase en Francia, *hierro colado á la catalana.*

El hierro colado que viene del hematites y del hierro espático, es susceptible de dar directamente acero, y no hierro, cuando se le trabaja convenientemente, evitando de quemar todo el carbono que encierra. Así, pues, se ve que los minerales de hierro pueden producir inmediatamente ya sea hierro colado, ya sea hierro ó acero.

La Francia posee actualmente cerca de cien minas de hierro propiamente dichas, de las cuales solo sesenta se están beneficiando. Existen unas cien fraguas catalanas en actividad en nueve departamentos contiguos á los Pirineos y cuatrocientos setenta grandes hornos, esparcidos en cuarenta y seis departamentos. Una de las mas vastas fundiciones es la del Creusot, en el departamento de Saona y Loira. El moldaje del hierro colado se ejecuta en cuarenta y tres departamentos, entre los cuales deben citarse, en primera línea, el Sena y el Ródano. En cuanto al trabajo del hierro grueso, se hace en numerosas herrerías empleadas en la fabricacion del alambre, palastro, hojadelata, acero, etc. El número de operarios que se ganan la vida con la industria del hierro, asciende á mas de cien mil. Las herrerías de Francia dan anualmente cerca de un millon de quintales métricos[1] de hierro fraguado, colado y de acero, cuyo valor es de setenta millones de francos. Las herrerías de Inglaterra suministran anualmente al comercio dos millones quinientos mil quintales métricos de hierro colado y modelado, y de hierro en barras, cuyo valor es de mas de cien millones de francos.

1. El quintal métrico es de 100 kilógramos.

Como se ve, esta cantidad de hierro es casi el doble de la que dan todas las fraguas de Francia[1]. En Suecia, el producto anual es de mas de ochocientos mil quintales métricos. Se calcula que en Europa, el total del producto del hierro que se fabrica anualmente, asciende á unos setecientos millones de quintales métricos, cuyo valor es de mas de trescientos mil millones de francos. Este valor excede en mucho al de las minas de oro y plata de América, que, á principios de este siglo, no importaba mas que doscientos treinta millones de francos.

Además de los minerales de hierro de que acabamos de hablar, existen aun varias otras especies que contienen hierro, pero que solo son útiles en razon del azufre, del arsénico y aun del oro que encierran. Tales son las piritas que se hallan diseminadas en casi todos los terrenos y de las cuales citaremos las mas importantes. La pirita amarilla comun, ó *sulfuro de hierro cúbico*, es de un color de laton y cristaliza en cubos, en octaedros regulares, en dodecaedros de caras pentagonales. Se halla frecuentemente en los filones metalíferos, en los esquistos pizarrosos y en ciertas arcillas. Al-

1. El hierro colado y labrado es de un precio mas elevado en Francia que en Inglaterra. El hierro vale en Paris 44 francos el quintal métrico.

gunas veces contiene oro, y en este caso se la explota solo para extraer este metal. La pirita blanca ó *sulfuro de hierro prismático* cristaliza en prismas rectos romboídeos y en octaedros rectangulares, aunque tenga en apariencia la misma composicion que la precedente. Es de un amarillo pálido algo verdoso. Tiene una gran tendencia á descomponerse en el aire y á transformarse en vitriolo ó sulfato de hierro, sal que se emplea útilmente en la tintura y la fabricacion de la tinta. Se la encuentra con frecuencia en la tiza en masas globulosas irradiadas. Está tambien diseminada en pequeños cristales ó en puntos imperceptibles en ciertos esquistos y lignitos que se explotan para sacar de ellos alumbre ó sulfato de hierro. La pirita arsenical ó *mispicket* es un compuesto de azufre, de arsénico y de hierro, que es de un blanco de plata, cristaliza en prismas rectos romboídeos, y se distingue de la especie precedente en que con el roce del eslabon, despide chispas que huelen á ajo, mientras que la pirita ferruginosa no despide, en el mismo caso, mas que un olor sulfuroso.

El plomo.

El plomo es un metal de un blanco azulado que se empaña al contacto del aire y pasa al

pardo lívido; es blando, se deja raspar con la uña, es fusible á un débil calor y tiene una gran pesantez específica, sin que sea por eso el mas pesado de los metales, como se cree generalmente. Pesa once veces y un tercio tanto como el agua, es decir, un poco mas que la plata, pero mucho menos que el mercurio, el oro y el platino. Se le emplea en muchísimos usos, sea en el estado de metal, sea en el de óxido (litargirio, masicot, minio). La facilidad con que se deja modelar, adelgazar y desmenuzar, le hace sumamente precioso. Aleado con el antimonio, sirve para hacer los caractéres de imprenta, y con el estaño forma la soldadura de los plomeros. Sus óxidos se emplean en la pintura y en la fabricacion del cristal; constituye la base de muchas sales útiles, tales como el albayalde, el acetato de plomo, etc. No se conoce plomo nativo, pero existen muchos minerales de plomo.

El único que se explota es el *sulfuro de plomo* ó la *galena* que por su brillo y color, se parece al plomo recientemente cortado, pero es frágil y se divide con facilidad en cubos cuando se le golpea. Calentado en el soplete, despide azufre y se reduce á un glóbulo de plomo. Dos variedades principales se distinguen : la galena laminar, en cristales limpios,

cúbicos, octaedros, etc., ó en masas compuestas de laminitas entrecruzadas en todos sentidos; y la galena granosa, de granos finos como los del acero. La galena contiene muchas veces plata en cantidad bastante considerable para que se la explote como un mineral de este metal. Se encuentra en montones ó filones en los terrenos antiguos, desde el granito hasta las arcillas de los terrenos secundarios medios. El principal tratamiento á que se somete la galena para extraer el plomo, consiste en fundirle en un horno de reverbero y añadir despues hierro que se apodera del azufre y pone al plomo en libertad.

La Francia posee muchos criaderos importantes de mineral de plomo, pero hoy dia solo se explotan las minas de galena de Poullaouen y Huelgoat en Bretaña, las de Villefort en el departamento del Lozera y las de Viena en el Delfinado. Las primeras son las mas importantes, pues ocupan novecientos operarios y producen cinco mil quintales métricos de plomo al año. Como las demás minas están abandonadas, la Francia se ve obligada á comprar en Inglaterra y Alemania la mayor parte del plomo que consume. Inglaterra es muy rica en minas de plomo, que casi todas están situadas en los terrenos calcáreos; las principales son las de

Cumberland, Derbyshire, las del pais de Gales y de Leadhills en Escocia. En Alemania la Carinthia, el Harz, la Sajonia y la Prusia rhenana ofrecen igualmente importantes explotaciones. Saboya posee la mina de Pesey, cerca de Moustiers, donde la galena está en montones en las rocas talcosas. España, por fin, despues de Inglaterra, es la que posee los criaderos de galena mas abundantes, sobre todo en Linares y en Sierra Almagrera, pues se calcula que la produccion de plomo en Inglaterra es de quinientos mil quintales métricos al año y la de España cuatrocientos cincuenta mil.

El cobre.

El cobre es un metal rojizo, muy dúctil, sonoro, muy sensible á los ácidos mas débiles y aun á la humedad del aire que le cubre de un orin verde muy funesto por sus efectos, conocido con el nombre de cardenillo. Aleado al zinc, da el *cobre amarillo ó laton;* unido al estaño forma el *bronce* con que se hacen campanas, cañones y estatuas. Se halla cobre metálico en la naturaleza, pero la mayor parte de las veces en pequeñas masas ó bajo forma de ramificaciones, de láminas, de filamentos que acompañan los minerales de este metal. Estos últimos son bastante numerosos, pero solo ha-

blaremos aquí de los mas importantes que son: el oxídulo de cobre, el sulfuro de cobre, el cobre piritoso, el cobre gris y los cobres carbonatados. Todos estos minerales tienen un carácter comun que consiste en que, enrojeciendo sus polvos en una pala ó badila de hierro y echándolos luego en ácido nítrico, comunican á este último un tinte verde : y mojando despues una lámina de hierro pulida, en este líquido, se cubre al instante de una película de cobre.

El *cobre oxidulado ó cobre rojo*, es cobre en su mínimo de oxidacion, que contiene ochenta y nueve partes de cobre sobre ciento. Esta substancia es de un rojo subido muy vivo, vidriosa y transparente cuando es cristalina; en este último caso cristaliza en octaedros regulares, cubiertos á veces de una costra verde de carbonato de cobre. Se la halla tambien en agujas y masas informes compactas ó terrosas. Está frecuentemente mezclada con óxido de hierro y entonces se empaña y se vuelve de un color de ladrillo. Una variedad compacta que se llama *piciforme* es de un color pardo unido á un aspecto de pez ó de resina. El cobre oxidulado no se encuentra mas que en las minas de cobre piritoso y de cobre carbonatado.

El *cobre sulfurado ó cobre brillante* es un

mineral de un pardo de acero con un tinte azulado en su superficie, de una estructura compacta, rara vez laminar, y adquiere una viva brillantez cuando se le raya. Es frágil y tan fusible que funde á la llama de una bugía cuando está en fragmentos. Sus cristales que simulan por lo comun prismas hexaedros regulares, se refieren á un prisma recto romboidal. Las variedades mas hermosas proceden de Cornouailles, Bannat y Siberia, donde acompañan á otros minerales de cobre. El cobre sulfurado contiene muchas veces plata.

El *cobre piritoso* (pirita cobriza), es un sulfuro de cobre y de hierro; su color amarillo como el bronce, es algo parecido al cobre dorado ó á un amarillo verdusco. Su superficie se altera frecuentemente y toma un aspecto irísco como los matices de una garganta de pichon. Cristaliza en octaedros, de base cuadrada, que por el valor de sus ángulos se acercan al octaedro regular. Es el mineral de cobre mas comun : se halla, como la galena, en montones y en filones, en los terrenos antiguos. Existe un mineral, que se ha confundido con el cobre sulfurado y á veces con el cobre piritoso, pero que parece deber constituir una especie aparte, intermedia entre dos minerales : es el *cobre abigarrado* que se distingue de los demás mi-

nerales de cobre por su tinte de un rojo pardusco y cuyos cristales han sido referidos al sistema cúbico.

Los *cobres grises* ó *fahlerz* son unos compuestos de azufre, de cobre y de hierro, y de uno ó de varios metales siguientes que entran en él en proporciones variables; tales son el arsénico, el antimonio, la plata y el plomo. Se parecen al cobre sulfurado por su tinte de un pardo de acero; pero son muy difíciles de fundir aun en el soplete, y se hallan cristalizados muchas veces bajo la forma de tetraedros regulares. La plata se presenta frecuentemente en ellos en bastante proporcion para que se pueda considerar esta substancia como un mineral de plata, y constituye entonces lo que llaman los mineros *plata gris*. El cobre gris argentífero es bastante comun en la naturaleza. Se le ha hallado con bastante abundancia en las antiguas explotaciones de Baigorry, de Allemont y de Santa María, en Francia. Se le explota en Hungría, en Transilvania, en Sajonia, etc.

Los *cobres carbonatados* de la naturaleza están compuestos de ácido carbónico, de deutóxido de cobre y de agua. Dos especies se conocen de ellos : una de un azul celeste, que es la azurita, de la cual existe una mina en Chessy, en Francia, en las cercanías de Lion; la otra

de un verde oscuro, es la *malaquita*, substancia que se presenta en masas apezonadas de estructura fibrosa, y que se emplea en Siberia, donde es muy abundante, para hacer con ella vasos y muebles de gran precio.

Los principales usos del cobre, en el estado metálico, consisten en la fabricacion de cacharros domésticos y calderas para las fábricas, en forrar los buques y cubrir los edificios. Pero en el estado de aleacion con el zinc ó con el estaño, sirve para una infinidad de usos tan útiles como variados. La Francia no posee mas que las minas de Saint-Bel y de Chessy, cuyo producto es poco considerable. En ambos parajes se hallan venas de cobre piritoso que atraviesan un esquisto talcoso. Las principales minas de cobre en Europa son : en Inglaterra las de Cornouailles é isla de Anglesey ; en Siberia las de los montes Oural y Altai ; en Austria las de Hungría, Transilvania, etc.; en el reino de Suecia las de Falun y de Rœras. El Japon posee tambien algunas bastante importantes, así como Méjico y Chile. En España, entre otras menos importantes, se hallan las famosas minas de Riotinto, que pertenecen á la clase de cobre sulfurado puro ó pirita cobriza, que es la que suministra la mayor parte de metal que se consume en el comercio.

En Riotinto, aunque se beneficia el cobre, se halla, sin embargo, este metal en piritas de hierro cobrizo que suministran hasta un 1/5 por 100; desde Riotinto corre una zona con estos caracteres hasta Portugal, en la extension de 14 leguas (56 kilómetros). Tambien son notables los numerosos y abundantes criaderos de Sierra Nevada[1].

El modo de trabajar los minerales de cobre que no son sulfurados, es muy sencillo, pues basta calentarlos con carbon en un horno de reverbero. Así se obtiene, no cobre puro, sino un cobre negro que se somete despues á la operacion del afinamiento, que es mucho mas delicada. El cobre afinado se obtiene bajo la forma de placas, de un hermoso color rojo. En cuanto á los minerales sulfurados, se empieza por tostarlos para quitarles el azufre y obtener el metal en estado de óxido.

1. Hé aquí, segun Coquand, cuál es la produccion del cobre en las distintas regiones de Europa :

Inglaterra............	250,000 quint. mét.
España...............	50,000
Rusia................	38,000
Austria..............	25,000
Suecia y Noruega....	18,000
Alemania del N......	15,000
Toscana..............	4,000
Francia..............	1,000

El estaño.

El *estaño* es un metal blanco como la plata, que se empaña al contacto del aire pasando á un gris azulado, muy fusible y mas duro y dúctil que el plomo; despide cierto olor por el roce y deja oir, cuando se le quiebra ó dobla, un crugido conocido con el nombre de *grito del estaño*. Es el mas ligero de los metales usuales. Aleado con el plomo constituye la soldadura de los plomeros y hojalateros. Reducido á láminas delgadas y amalgamado con el mercurio, forma el *alinde* ú hoja de estaño que se pone detrás de la luna de los espejos. La estañadura ordinaria consiste en una capa delgada de estaño fundido aplicada sobre el cobre. La *hoja de lata* no es mas que peltre (ó hierro laminado), cubierto con la misma materia. Del *estaño oxidado* se saca todo el metal esparcido en el comercio. Este mineral que es pardo, muchas veces opaco y negro, con un aspecto craso ó un lustre que se asemeja al brillo metálico, es muy pesado é infusible. Está frecuentemente cristalizado bajo formas que recuerdan los octaedros y prismas de bases cuadradas, y se halla entonces diseminado en ciertos granitos y principalmente en la roca llamada, *greisen*. Se halla tambien en granos ó en trozos

rodados, en los antiguos terrenos de aluvion, y á veces se presenta en pequeñas masas concrecionadas ó apezonadas de estructura estratiforme y como fibrosa que representa bastante bien el tejido apretado de ciertas maderas. El óxido de estaño calcinado adquiere una dureza muy considerable y sirve para pulir las piedras y demás cuerpos duros. Este mismo óxido entra en la composicion de los esmaltes blancos y de los vidrios de transparencia láctea con que se procura imitar el ópalo, el girasol, etc.

Las principales minas de estaño están en Asia, en la isla de Banca y en la península de Malacca. Méjico tambien es muy rico en mineral de estaño, sobre todo en los distritos de Guanaxuaco y Zacatecas. El mineral que se explota allí principalmente es el estaño concrecionado en estado de arena y arenisca. Las minas mas importantes de Eurôpa son las de Cornouailles en Inglaterra : en ellas se encuentra el estaño oxidado en filones en un esquisto que está atravesado al mismo tiempo por filones de cobre. Despues de Inglaterra, Sajonia y Bohemia son las que presentan los criaderos mas notables de estaño; están situados en el Erzgebirge, cordillera de montañas que separa ambos paises. El tratamiento metalúrgico del

óxido de estaño es muy sencillo, pues no hay que hacer mas que tostarle y fundirle en contacto con el carbon para reducirle al estado metálico.

El zinc.

El zinc es un metal de color blanco azulado, mas duro que el estaño, dúctil, fusible y volátil; arde con una llama deslumbradora, por lo cual se le emplea en la composicion de los fuegos artificiales. No se ha hallado aun en el estado nativo, pero existe en muchos minerales, de los cuales los principales son la *blenda* y la *calamina*. La blenda ó sulfuro de zinc es una substancia de color amarillo ó pardo, muy brillante, tierna y laminar, notable por su séxtupla facetacion, que da por núcleo un dodecaedro romboidal. Acompaña casi siempre la galena en las minas de plomo.

La calamina es una piedra opaca ó translúcida, de color blanco ó amarillento, con un aspecto terroso y una estructura ordinariamente cariada : se compone á veces de silicato de zinc, á veces de carbonato del mismo metal y mas frecuentemente de una mezcla de ambos. Se la halla en depósitos bastante considerables en medio de las calizas de sedimentos, en la Vieille Montagne cerca de Aix-la-Chapelle. El

carbonato, cuando está solo, se distingue por la efervescencia que ocasiona en los ácidos, y el silicato, al contrario, por la propiedad que tiene de disolverse.

La Francia posee algunos criaderos de minerales de zinc, que no se han explotado todavía, y casi todo el metal de esta clase que consume para las artes, procede de Prusia ó de Inglaterra. Las principales explotaciones de calamina son las de los paises de Limburgo y de Juliers, las del alto Silesia, de Carinthia y del Derbyshire. Antiguamente no se empleaba este mineral mas que para convertir el cobre rojo en laton; hoy dia se emplea, en Lieja, para preparar el zinc metálico que se ha logrado laminar é hilar, y que se sustituye al plomo para el forro de las tinas, etc., y para cubrir los tejados de los edificios. El tratamiento metalúrgico de los minerales de zinc consiste en la reduccion á polvos de estos minerales, su tostacion en hornos de reverbero y el tratamiento subsiguiente del mineral tostado por el carbon en crisoles. Si se quiere tener laton, se añade á la mezcla la cantidad de cobre conveniente; si es el zinc en estado metálico el que se busca, como este metal se volatiliza y oxida muy fácilmente, se opera entonces en crisoles ó tubos de tierra cerrados por arriba y

comunicando solamente, por una abertura inferior, á un tubo por donde se escapa el metal á medida que se reduce.

El mercurio.

El mercurio, llamado vulgarmente *azogue*, es un metal blanco y líquido á la temperatura ordinaria, que pesa catorce veces tanto como el agua y susceptible de volatilizarse cuando se le calienta fuertemente; puede disolver el oro y la plata, de modo que se le emplea en la extraccion de estos metales, y aun en otros usos importantes, tales como la preparacion de ciertos medicamentos y la construccion de termómetros y barómetros. Se halla mercurio metálico en la naturaleza, pero en muy corta cantidad, en simples glóbulos, en las grietas de las materias que acompañan al sulfuro de mercurio, único mineral que se explota.

El sulfuro de mercurio ó cinabrio, es notable por su hermoso color rojo y la propiedad que tiene de volatilizarse completamente al fuego. Su variedad térrea, de un hermoso color encarnado, lleva el nombre de *vermellon nativo*. Este cuerpo está cristalizado á veces en muy pequeños cristales, ordinariamente llanos, lameliformes, que parecen derivar de un rom-

boedro; pero se presentan con mas frecuencia en masas granosas ó compactas, á veces testáceas de un rojo oscuro que se vuelve negro; esta última variedad que es betumífera, se conoce con el nombre de *mercurio hepático*, se encuentra en capas robustas y constituye uno de los principales minerales de mercurio. Este metal se extrae del sulfuro de mercurio por un proceder muy sencillo que consiste en destilar el mineral poniéndole en contacto con limaduras de hierro ó de cal. El azufre se une al hierro ó á la cal, y el mercurio solo se volatiliza.

Los minerales de mercurio no existen mas que en las capas que empiezan la série de los terrenos secundarios. En el asperon, los esquistos calcáreos bituminosos y en las arcillas carboníferas, es donde principalmente se le encuentra en abundancia. Las principales minas de mercurio son las de Idria, cerca de Trieste, las de Almaden, en España, las del Palatinado, en la márgen izquierda del Rin y las de Huanca-Velica, en el Perú.

La plata.

La plata es un metal blanco, sonoro, soluble en el agua fuerte (ácido nítrico), susceptible de ser reducido á hilos sumamente finos, y de ser

cortado y limado con facilidad; no funde mas que á una temperatura elevada, no se empaña al aire libre, y pesa diez veces y media tanto como el agua. Su valor varía entre 200 y 210 francos el kilógramo. Se le halla en estado nativo, bajo forma de filamentos enroscados ó en redes que penetran las substancias pétreas de los filones, y algunas veces en masas ó pedruscos de un volúmen bastante considerable, pues se citan algunos que pesaban muchos quintales. La plata está, á veces, revestida de una capa sucia y negruzca que la afea. En el estado nativo se halla tambien á veces diseminada en partículas imperceptibles, en las materias térreas que llenan las grietas de los filones argentíferos. Pero la plata nativa no es el único quijo que se explota para sacar de él el metal, pues se le extrae tambien del sulfuro, del cloruro de plata y de la plata roja (combinacion de plata, azufre y antimonio).

El *sulfuro de plata* (ó plata vidriosa) es de un color pardo de acero y se deja cortar con facilidad; cristaliza en cubos como el galeno, con el cual se halla á veces íntimamente mezclado; es el mineral mas abundante y el que abastece casi toda la plata del comercio. El *cloruro de plata* (ó plata cornada) es una substancia blanda como la cera, semi-transparente y de color

amarillo ó verdusco, que funde á la llama de una vela despidiendo un olor de cloro. Cristaliza en el sistema cúbico. La *plata roja* es de un color encarnado vivo ó de un negro rojizo metaloídeo, que da siempre unos polvos de un rojo carmesí; es frágil, fácil de rayar con el cuchillo y se reduce á la llama de una bugía. Se la halla muchas veces cristalizada bajo formas que se refieren al sistema romboédrico. El tratamiento metalúrgico de estos diferentes minerales, se reduce á dos procederes: uno consiste en disolver la plata por medio del plomo, con el cual tiene grande afinidad cuando estos dos metales están en estado de fusion; el otro consiste en amalgamarla con el mercurio, despues de haberla reducido prealablemente al estado de cloruro, quemando el mineral mezclado con sal.

Las minas de plata europeas son mucho menos importantes que las del nuevo mundo; la mayor parte no son mas que minas de plomo ó cobre argentífero, al cual se asocian, en gran cantidad, otros minerales de plata. Las minas de plata, propiamente dichas, son las de Kongsberg, en Noruega, donde la plata nativa es el mineral principal; las de Sajonia (Marienberg, Schneeberg, Freyberg), las de Harz y las de Hungría (Schemnitz, Kremnitz, Kœnigsberg).

Gran parte de la plata que producen estos paises, se saca de los minerales de plomo argentífero. Las minas de Hungría son las que dan productos mas considerables. Luego vienen las de Sajonia y las de Harz. Prusia é Inglaterra no tienen minas de plata propiamente dichas. La Saboya tiene la mina de Pessey, cuyo mineral no es mas que un plomo argentífero.

España tiene los distritos de Sierra Almagrera, en la provincia de Murcia, donde desde un tiempo inmemorial se explota la riquísima galena argentífera, y el de Sierra Nevada, cuyo mineral es tambien de galena argentífera. La riqueza de ambos coloca á España, en esta materia, en uno de los primeros puestos de Europa.

La cantidad de plata producida anualmente por las minas de Europa, es de 72,000 kilógramos, lo cual no es la undécima parte de lo que producen las minas de la antigua América española. La Siberia posee una mina de plata en Smeof ó Schlangenberg, en los montes Altai : el producto de esta mina y de otras muchas menos importantes del distrito de Kolywan, junto al de las minas de Nertschinsk, es de 21,000 kilógramos.

Las minas de plata del Nuevo Mundo, que son las mas importantes de este continente, es-

tán situadas en las cordilleras, sobre todo en Méjico, Perú y Chile. Méjico solo ofrece mas de tres mil explotaciones establecidas sobre cinco mil filones ó montones de plata. Los filones mas ricos son los de Guanajuaco, Catorce, Zacatecas, Real del Monte. El filon de Guanajuaco (la Veta Madre) es el mas rico del mundo entero; tiene una potencia de 40 á 50 metros y se le explota en una longitud de tres leguas. La mina sola de la Valenciana, que forma parte de él, produce anualmente mas de 8 millones de francos; las minas de Guanajuato producen por sí solas cerca de la cuarta parte del producto de todas las minas de Méjico, que era, hace algunos años, de 126 millones de francos. Los filones metalíferos de Méjico, atraviesan rocas primitivas é intermedias, entre las cuales se notan ciertos pórfidos muy ricos en oro y plata. Tambien se hallan diseminados estos metales preciosos en los minerales térreos y ferruginosos llamados *colorados* en el pais. Perú es igualmente rico en minas de plata; esta república posee actualmente la célebre mina de *Pasco* ó Lauricocha, las de Huantajaya, de Micuipampa, etc. La república de Bolivia posee la famosa mina de Potosí, cuyo mineral era antiguamente muy rico, pero hoy dia se ha empobrecido

notablemente. Sin embargo, es tan abundante á pesar de esto, que el Potosí es aun la mina mas rica del mundo, despues del filon de Guanajuato. Las minas del Perú han producido hasta once millones al año, y se ha calculado que la sola mina de Potosí ha producido, desde su descubrimiento, por el valor de seis mil millones de plata.

Chile tiene tambien minas de plata en Coquimbo, y el metal está, como en *Pasco*, diseminado en partes imperceptibles en minerales térreos, ferruginosos, análogos á los colorados de Méjico, llamados *pascos* en la América del Sur.

Agréguese aun el distrito de Hiendelaencina (Guadalajara), que no solo es rico en cantidad sino en especies de plata nativa, oxidada, clorurada, bromurada y yodurada.

A principios del siglo XIX, producian anualmente las colonias españolas 3.460,000 marcos de plata, de los cuales solo Méjico entraba por 2,340 en el total. Hoy dia el producto no es mas que de 838,857 marcos, experimentando de este modo una disminucion de cerca de tres cuartas partes. De tres siglos á esta parte, la América ha abastecido 512.700,000 marcos de plata. Toda esta masa reunida, formaria una esfera de 28 metros de diámetro.

El oro.

El *oro* es un metal caracterizado por su hermoso color amarillo junto con una gran maleabilidad y una densidad considerable: en igual volúmen, pesa diez y nueve veces mas que el agua: excede en tenacidad á todos los demás metales, tanto que un hilo de oro de dos milímetros y medio de diámetro, sostiene un peso de 245 kilógramos sin romperse; pero su dureza es poca y por lo mismo no se le emplea puro. El oro amonedado y el de las alhajas está siempre aleado con una cantidad de cobre ó de plata, cuya proporcion se regula por la ley y se garantiza por el contraste. El oro es inatacable por ácido alguno, excepto por el agua régia (ácido nitro-hidro-clórico), que tiene la propiedad de disolverle; en esta circunstancia se funda precisamente el ensayo con la piedra de toque, en la cual el agua fuerte (ácido nítrico) disuelve el cobre ó la plata, sin atacar al oro. Tambien el mercurio le disuelve, por cuya razon se emplea para separar las mas pequeñas partículas de oro de los minerales en polvo ó de las arenas que le contienen. El oro no funde sino á una temperatura superior á la del calor rojo y no se volatiliza al fuego de la fragua, ni el contacto del aire le altera lo mas mí-

nimo. No existe en la naturaleza mas que en estado nativo ó aleado con una pequeña cantidad de cobre, plata ó hierro que modifica mas ó menos su color. Algunas veces se presenta cristalizado en formas que derivan del cubo, pero es mas comun hallarle en dendritas ó ramificaciones que provienen de cristalitos implantados unos sobre otros, ó en hojas ó redecillas en la superficie de algunas gangas pétreas, ó en delgados filamentos que penetran esas mismas gangas; por último, se le encuentra y es lo mas comun, en pajitas ó granos diseminados en las arenas ó enlazados con las piritas que por ello se llaman auríferas. Estos granos, generalmente pequeños, forman algunas veces lo que se llaman *pepitas*, ó masas aisladas y redondeadas mas ó menos voluminosas: el museo de historia natural de Paris posee una que pesa mas de medio kilógramo, y se han citado masas de oro halladas en América que pesaron hasta 50 kilógramos. Este oro, esparcido en granos, es casi puro; no se necesita mas que recogerlo y fundirlo para poderlo entregar al comercio con un valor de 3,400 francos el kilógramo.

El oro, considerado bajo el aspecto geológico, se presenta en tres clases de yacimiento, en los cuales nunca está sino diseminado en

hojitas ó granos visibles y las mas veces en partículas visibles, sin formar por sí rocas ó filones. Se le encuentra: 1° en capas ó masas de rocas sólidas pertenecientes á terrenos primitivos ó intermedios; 2° en filones pétreos ó metalíferos que atraviesan estos mismos terrenos; 3° y es lo mas comun, en los depósitos arenosos de los aluviones antiguos, en las arenas de los rios y sobre todo, en esas arenas silíceas y ferruginosas que contienen al mismo tiempo platino, diamantes y otras piedras finas pertenecientes á los terrenos diluviales, ó cuando mas á la parte superior del suelo terciario; basta lavar estas arenas para separar el oro que puedan contener. En los terrenos secundarios, propiamente dichos, no se conoce este metal. Todas las minas de oro explotadas en nuestros dias, pueden reducirse á dos grupos, esto es: en excavaciones subterráneas propiamente dichas, establecidas en masas ó filones del suelo primordial; y en simples lavados de arenas auríferas que siempre son depósitos superficiales; siendo estas últimas sin disputa alguna las mas ricas. El lavado de las arenas es el que en todas partes, donde se explota, suministra la mayor parte del oro que se obtiene para entregarlo al comercio.

En el Brasil es donde se ha encontrado el

oro diseminado en rocas sólidas, en las que se halla esparcido en bastante cantidad : estas capas se componen de cuarzo y de hierro olijisto metaloídeo y parecen enlazarse con el terreno de pizarras micáceas ; son notables por su potencia y por la extension que ocupan las de la meseta de Minas-Geraes, donde están cubiertas por una brecha ferruginosa extremadamente aurífera. En las inmediaciones de estas rocas se hallan los depósitos arenosos de Matto-Grosso y de Minas-Geraes, tan ricos en oro, platino y diamantes. De todas las partes del Nuevo mundo, el Brasil era el que antes de 1830 producia mas oro, y casi todo este metal provenia de terrenos de aluvion.

Despues del Brasil, Nueva Granada (hoy Estados Unidos de Colombia), era la que daba mas ; seguia Chile, despues Méjico y, en fin, el Perú, que produce poco oro y cuya verdadera riqueza metálica consiste mas bien en la plata.

Desde 1830 la extraccion del oro ha tomado un rápido incremento por el sucesivo hallazgo de tres nuevas regiones auríferas, que de improviso han dado productos sorprendentes. Estas nuevas regiones, muy distintas unas de otras y situadas en tres de las cinco partes del mundo, son : la Siberia, la California y la Australia. El cambio empezó hácia 1830 por la Siberia,

donde se descubrieron arenas de mucha riqueza en las vertientes de los montes Urales, principalmente en la vertiente asiática. Mientras la produccion de los antiguos paises auríferos permaneció casi la misma desde 1830 á 1840, la de la Siberia fué siempre en aumento tan rápido, que llegó á un guarismo cuatro veces mayor que el del Brasil é igual al que daba el mundo entero á principios del siglo y que se ha evaluado en 24,000 kilógramos de oro (algo mas de un metro cúbico).

Despues, en 1848, realizóse el descubrimiento de los lechos auríferos de la Nueva California. La inaudita riqueza de estos nuevos lechos no tardó en sobrepujar las maravillas de la region sibérica: se calcula que solo en la campaña de 1851, la extraccion del oro en California llegó á 100,000 kilógramos (ó 344 millones de francos), que es la trigésima parte de cuanto ha dado toda la América en tres siglos y medio desde su descubrimiento y mas de triple de lo que produce ahora la Siberia. En 1852, la produccion subió aun á mas de 300 millones, y se calcula que desde que se conoce esta nueva region aurífera, solo en el espacio de cuatro años, ha dado oro en valor de 274 millones de pesos fuertes (1,424 millones de francos).

Mas recientemente, hácia fines de 1851, se descubrieron otros yacimientos de oro de una gran riqueza en Australia, en la parte oriental y meridional de Nueva Holanda, conocida con el nombre de Nueva Gales del Sur. Si no hay exageracion en las relaciones que se han hecho en Europa sobre los nuevos yacimientos, estos se anuncian como debiendo ser todavía mas productivos que los de la California.

El Africa encierra tambien minas y lavados de oro importantes. Se sabe que en Africa la arena de oro forma un ramo de comercio para los negros que lo venden en estado de arenas ó de anillos groseramente trabajados; estimándose en mas de cinco millones el producto de estas arenas. En Europa hay muy pocas minas de oro en explotacion : las mas importantes son las de Hungría y Transilvania. El oro se presenta como parte accidental de las minas de plata y es raro que se encuentre en hojitas visibles : tambien le hay, aunque menos abundante, en las de Freiberg, en Sajonia. Las piritas ferruginosas que se encuentran en muchos lugares formando masas ó filones en las rocas antiguas, le contienen muchas veces en cantidad suficiente para poderse explotar con ventaja : tales son las de Macugnaga en el Piamonte y Berezwo, cerca de Ekaterinburgo en

Siberia. La Francia no posee ninguna mina de oro que sea susceptible de explotarse; existe sin embargo en la Gardeta, cerca del pueblo de Oisans, en el Delfinado, un filon de cuarzo aurífero atravesando el gneis, que por algun tiempo ha dado bellas esperanzas á los mineros, pero á poca profundidad se ha empobrecido y á causa de lo difícil de la extraccion se ha tenido que abandonar.

El oro de aluvion, es decir, el que se encuentra diseminado en los terrenos diluviales está muy extendido por la superficie de la tierra, pero generalmente poco abundante, exceptuando las tres regionos citadas. Puede decirse que se encuentra en cuantas partes hay depósitos diluviales, pero se halla en estado de una division extremada, que nos autoriza á decir que el oro es á la vez uno de los metales mas raros y mas diseminados en la naturaleza. Generalmente hablando, hállase muy extendido en el suelo de aluvion en Europa: se explotan arenas auríferas, no solo en Rusia, sino tambien en Hungría y en España: se sabe que se le encuentra en Francia en las arenas de muchos rios y que sus aguas tienen con frecuencia la propiedad de acarrear pajitas de oro, entre otros, el Ariege, el Gardon, el Ródano, el Rin, en los alrededores de Estrasburgo, el

Garona, cerca de Tolosa, y el Herault cerca de Montpeller. Hay hombres cuya única ocupacion es recogerle, razon por la cual se les llama buscadores de oro. Este metal no ha sido arrancado por las aguas de los rios á los filones y rocas del pais en que nacen, sino que pertenecen á los terrenos de aluvion de las llanuras que atraviesan en su curso y de las que separan el oro como por una especie de lavado natural.

A principios del siglo, la cantidad de oro y plata que entraba anualmente en el comercio, era con corta diferencia la de 200 quintales métricos que valian 74.000,000 francos; la de la plata era mas considerable, pues ascendia á 8,900 quintales métricos que valian 192.000,000. Estas cantidades de oro y de plata se hallaban, pues, entre sí, con corta diferencia, en la proporcion de 1 á 52, y sin embargo se ha supuesto que los valores comerciales de ambos metales eran solo entre sí como de 1 : 15 $^1/_2$. Esta diferencia proviene de que empleándose mucho menos el oro que la plata, las demandas del comercio son menores, y su precio real es inferior al que deberia tener, siguiendo la proporcion de la cantidad.

El tratamiento metalúrgico de los minerales de oro en que el metal está diseminado en par-

tes visibles ó invisibles, consiste en la amalgama con el mercurio, despues de haber sometido los minerales á algunas preparaciones mecánicas; en seguida se quita el mercurio por destilacion y se obtiene el oro puro ó aleado con algunos otros metales, de los que se le separa tratando la aleacion por el ácido nítrico que disuelve todos los metales extraños. En cuanto al oro contenido en los minerales de plata, se le obtiene combinado con la plata que se saca por la copelacion y en seguida se separan ambos metales con el tratamiento por el ácido nítrico que disuelve la plata y deja limpio el oro. La sal de plata que con esto se forma, se funde inmediatamente para sacar el metal. En cuanto al oro de aluvion no hay mas que fundirle para obtener los lingotes.

El platino.

El *platino* es un metal gris de acero que tira á blanco de plata, maleable, poco dilatable, infusible al fuego de fragua, inalterable al aire, y que no se deja disolver como el oro mas que por el agua régia; es atacable por el mercurio, el cloro, el fósforo, el azufre, etc. Es el mas pesado de todos los metales; pesa veinte y una veces mas que el agua en igual volúmen. Se lamina y convierte en hilo con facilidad, lo

que permite reducirle á hojas muy sutiles y tirarle en hilos muy delgados. Recibe ó admite un hermoso pulimento y conserva su brillo muchísimo tiempo, pudiéndose alear con todos los metales.

En la naturaleza no se le encuentra mas que en granos ó pepitas diseminadas en las mismas arenas que las que contienen el oro, solo que es mas raro. No se le ha visto hasta ahora mas que en pocas localidades, en Chocó, en la Nueva Granada y en Matto-Grosso, en el Brasil, en la arena aurífera de un rio de Santo Domingo y en las propias del Ural en Siberia. El platino se encuentra á menudo mezclado ó aleado con otros varios metales, en cuyo número están las substancias raras llamadas *palladio*, *rodio*, *osmio*, *ruterio* é *iridio*.

La propiedad que tiene este metal de ser inatacable por el fuego, el aire y casi todos los ácidos, le hace muy precioso en las artes y en las operaciones de la química. En Francia se emplea para acuñar medallas, en Rusia monedas; sirviendo tambien para los crisoles y cápsulas de los químicos, los espejos de los telescopios, las reglas de los astrónomos, los tipos de los pesos y medidas y las puntas de los pararayos. Sus usos se multiplican á medida que se hace menos raro y que se perfeccio-

na el arte de trabajarle. Este metal es menos caro que la plata en bruto, pero labrado se vende hasta 6 y 7 francos el decágramo, lo que consiste en la dificultad que todavía se encuentra para purificarle y trabajarle. Para llegar á fundirle se le junta con un metal, como el arsénico, por ejemplo, que se pueda en seguida separar por volatilizacion y de este modo se obtiene una masa de platino cuyas partes se estrechan al forjarle.

Otros varios metales de uso menos general.

Réstanos decir algo sobre varios metales, menos conocidos que los que acabamos de describir, pero que tienen, sin embargo, usos bastante importantes. Tales son el aluminio, bismuto, antimonio, arsénico, manganesio, cobalto y cromo. Los tres primeros solo se emplean en estado de metal y los otros cuatro en estado de óxido.

El aluminio.

Este nuevo metal, que se extrae actualmente de la alumina, tierra contenida en todas las arcillas, es blanco como la plata, lijero como el vidrio y maleable y tenaz en alto grado; es inalterable al aire seco ó húmedo y resiste á

la accion de la mayor parte de los ácidos. En virtud de este conjunto de propiedades, está destinado á ser muy útil á la industria, en cuanto se pueda obtener á un precio mas barato.

El bismuto.

El bismuto es un metal de color blanco amarillento ó rojizo, que se vuelve morado cuando está expuesto muchas veces al aire. Su estructura es lamelosa y su quebradura presenta largas facetas brillantes. Se quiebra con facilidad y se funde á la luz de una vela. Es el mas fusible de todos los metales sólidos, por cuya razon entra en la aleacion de Darcet, que tiene la propiedad de fundir en agua hirviendo, y con la cual se hacen rodelas que sirven de válvulas de seguridad en las máquinas de vapor. Los minerales de donde se extrae el bismuto son muy raros en la naturaleza : se le encuentra en estado nativo, en estado de sulfuro y en estado de óxido. El sulfuro es de un gris de plomo con matices de amarillo y bajo forma de agujas : el óxido es pulverulento, de un blanco verdusco que pasa al color de caña. El mas comun de estos tres minerales es el bismuto nativo; se presenta casi siempre diseminado en pequeñas masas lamelosas, siendo las mi-

nas de Sajonia las que suministran casi todo el bismuto que se emplea en las artes.

El antimonio.

El *antimonio* es un metal blanco, muy lijero, brillante, frágil, de un tejido lameloso y presentando láminas tanto mas anchas cuanto mas perfecta es su pureza. Se faceta en romboedros, es mas duro que el plomo, el estaño y aun la plata. Se vuelve rojo antes de fundirse, se volatiliza é inflama al contacto del aire, esparciendo vapores blancos que se condensan al enfriarse. Se encuentra el aluminio en el comercio bajo forma de panes redondos, cuya superficie está cubierta por una estrella cuyos rayos representan hojas de helechos. Endurece los metales con los que se le alea, pero su uso principal es de entrar, con el plomo, en los caracteres de imprenta. Forma la base de algunos medicamentos, entre otros el emético. El único mineral que se explota para extraerle de él, es el *antimonio sulfurado.*

El arsénico.

El arsénico es un metal poco brillante, á menos que esté recien quebrado; se empaña prontamente al aire y se vuelve negro. Es frágil, de quebradura desmenuzable, volátil y arde

esparciendo un humo blanco, espeso, acompañado de un olor acre, semejante al del ajo: igual olor despide con el choque de un eslabon. Se le encuentra en la naturaleza en estado nativo, en forma de varillas ó masas testáceas, y tambien en estado de sulfuro, de óxido ó combinado con otros metales, con respecto á los cuales tiene propiedades análogas al del azufre. El arsénico oxidado es una substancia blanca, pesada, que cristaliza en octaedros regulares y lijeramente soluble en el agua. Cuando está pulverizado, se parece á la harina blanca: echada sobre brasas ardiendo, produce un humo blanco que tiene el olor de ajo citado. Se emplea esta substancia para destruir las ratas y es uno de los venenos mas activos que se conocen. Hay dos especies de sulfuros de arsénico: el amarillo que se llama *orpimento* y el rojo llamado *realgar*. Ambas substancias tienen una accion deletérea sobre la economía animal, pero menos enérgica que la del óxido blanco. El orpimento se encuentra en masas lamelares de un hermoso tinte dorado; el realgar en cristales prismáticos romboídeos, de quebradura vítrea y brillante, de un tinte rojo, que se vuelve anaranjado con la pulverizacion. Se emplean ambos en la pintura. Los minerales de arsénico son poco abundantes; se les halla

principalmente en el interior de los filones argentíferos : las minas de Sajonia son las que suministran mas arsénico al comercio.

El manganesio.

El *manganesio* es un metal colorante que se conoce apenas en estado metálico. En las artes no se emplean mas que minerales naturales que son siempre óxidos, ya puros, ya combinados entre sí ó hidratados. El peróxido de manganesio es el mas precioso. El manganesio sirve principalmente para purificar la composicion del vidrio blanco y para dar un color pardo ó morado á la alfarería comun, á los esmaltes y porcelanas. Sirve tambien para la fabricacion del cloro que se emplea en el blanqueo de las telas, para hacer la cera amarilla y pastas de papel.

El cobalto.

El *cobalto*, como el manganesio, no se conoce en estado de metal y solo se emplean sus minerales que sirven para dar un color azul á los vidrios y esmaltes. Estos esmaltes azules, reducidos á polvos impalpables, colorean á su vez la mayor parte de las substancias con que se les mezcla. Este metal se halla en la naturaleza al estado de óxido, de sulfuro, de arse-

niuro y de arseniato. El óxido está en masas pulverulentas de un negro azulado. El sulfuro de cobalto sin mezcla de arsénico es muy raro; los minerales arseníferos son los mas comunes. Los sulfuros y arseniuros tienen el brillo metálico y ordinariamente un color que se asemeja al blanco de plata : cristalizan con mucha limpieza, bajo formas de cubos, de octaedros regulares ó de dodecaedros pentagonales. El arseniato está en agujas ó en eflorescencias, de un hermoso tinte de flor de melocoton. Las principales minas de cobalto son las de Tanaberg en Suecia, las de Sajonia y del Harz.

El cromo.

El *cromo* es tambien un metal colorante como el cobalto y el manganesio, que no se usa en estado metálico y que solo se emplea en estado de óxido. A él debe su hermoso color verde la esmeralda de Colombia; sirve para dar á la porcelana y los esmaltes el color verde oscuro: tambien suministra un amarillo de gran brillo. Él es el que da al cromato de plomo, que se encuentra en las minas de Berezof, en Siberia, y al rubí espinela del Ceylan, el hermoso color de naranja que tienen.

IV. COMBUSTIBLES.

El azufre.

El *azufre* es una substancia simple, no metálica, de un amarillo de cidra, combustible y fácil de conocer por la llama y el olor que le son peculiares. Se encuentra el azufre nativo en dos clases de terrenos, en nidos ó masas en el interior de algunos filones y sobre todo en medio de las rocas que acompañan al sulfato de cal (Sicilia, Italia, España) y en este caso su formacion se enlaza con el fenómeno de las fuentes minerales que á su vez depende de los fenómenos volcánicos; ó bien se le encuentra en agujas cristalinas en particular diseminadas en el suelo de los azufrales (Pozzuolo junto á Nápoles; Guadalupe; la isla de Borbon) y en este caso es un producto inmediato de las emanaciones gaseosas y ácidas de los volcanes. El azufre nativo cristaliza en octaedros de base rombo. Una parte del azufre del comercio se saca de los minerales piritosos, en los cuales se anuncia su presencia siempre por el olor que desprenden cuando se les calienta con alguna intensidad. Sus principales usos consisten en la fabricacion de la pólvora y en la del aceite de vitriolo



Fig. 46.

ó ácido sulfúrico. Las minas mas importantes son las de Sicilia. En los alrededores de Nápoles es tan exígua la produccion de azufre que apenas merece especial mencion, motivada tal vez por la zolfatara ó azufral de Pozzuolo, donde apenas se beneficia dicha sustancia. Algo mas valen las minas de Hellin, Lorca, Libros, Conil y otras enclavadas en el terreno terciario de España.

Los betunes.

Los *betunes* son substancias análogas á los aceites y á la pez vegetal, pues arden con llama y despiden un olor particular. Se distinguen dos especies principales: una líquida (el nafto ó petróleo), de color blanco, amarillento ó pardusco, que se halla en varios paises y que se emplea como aceite de lámparas; el otro sólido y negro (asfalto), que sobrenada en las aguas de ciertos lagos, entre otros en el de Asfaltites, en Judea.

El grafito.

El *grafito* es una substancia de aspecto plomizo ó color de hierro, de brillo metálico, suave al tacto y que tizna los dedos de negro: es carbono puro, mezclado con una pequeña cantidad de materia terrosa ó ferruginosa. Se encuentra en pequeñas masas en las pizarras cristalinas; en el comercio se llama *plombagina* y

sirve para fabricar lapiceros llamados de *mina de plomo*. La mejor calidad viene del Cumberland en Inglaterra y del Ural, donde el francés M. Alibert la ha descubierto últimamente.

La antracita.

La *antracita* es una substancia carbonífera, opaca y de un negro metálico; arde con dificultad, despidiendo una llama muy baja, sin olor ni humo y que se apaga, en cuanto se retira del fuego, cubriéndose de ceniza blanca. Consta casi en su totalidad de carbono y no da por destilacion casi ninguna substancia volátil. Como la hulla, el lignito y la turba, tiene un orígen orgánico, porque en efecto, todos estos combustibles vienen de materias vegetales (leñosas ó herbáceas) cuyos detritus se han acumulado y amontonado debajo del agua, donde experimentaron una espontánea descomposicion ó una especie de putrefaccion húmeda, llegando con el tiempo á determinadas condiciones de presion y temperatura á un estado de alteracion mas ó menos avanzado, que es lo único que constituye hoy su diferencia. Y en efecto, cuando se comparan atentamente sus propiedades y su composicion química con las de la madera, se reconoce sin gran dificultad, que la serie de sus variedades se puede ordenar de

modo que por grados se pase de la madera á la turba, de la turba al lignito, del lignito á la hulla y de esta á la antracita.

Se encuentra esta en capas ó en masas en los terrenos de transicion (los mas antiguos terrenos carboníferos) : da un calor considerable y arde tanto mas fácilmente cuanto mayor es su masa; y como necesita una gran corriente de aire, exige hornillos construidos de un modo particular. Se usa mucho en los Estados Unidos, donde suple la escasez de hulla. Puede emplearse con éxito este combustible en las fundiciones y en todos los casos en que se necesite una alta temperatura. La Francia posee unas treinta minas de antracita situadas en los departamentos del Isere, de los altos Alpes, del Mayena y del Sarthe.

La hulla.

La *hulla* es, despues del hierro, la substancia que ocupa el primer lugar entre las que constituyen la riqueza mineral de las naciones. Es el mas precioso de los combustibles porque se halla abundantemente extendido en el seno de la tierra; da, en igual volúmen, mas calor que la leña y el carbon ordinario y sus variedades pueden acomodarse á diferentes usos en las artes. La hulla (carbon de piedra ú hornaguera)

es una materia carbonosa, no cristalina, opaca y de un negro brillante, que arde fácilmente con llama, humo y olor bituminoso; se diferencia solo de la antracita en la cantidad de materias volátiles que pierde cuando se la calcina al aire libre. Mientras que la pérdida de peso que de este modo experimenta la antracita no llega mas que hasta el 5 por 100, la que experimenta la hulla en las mismas circunstancias puede llegar desde 20 hasta 40 por 100 segun la calidad. Por la destilacion, en vasos cerrados, la antracita no da casi nada y se convierte en un *cok* (ó carbon metaloídeo) pulverulento; las hullas dan contrario, por destilacion, además del agua, gases combustibles (hidrógenos carbonados), amoniaco y una cantidad mas ó menos considerable de materias bituminosas ó de alquitran mineral. Por esta materia bituminosa, cuya proporcion, así como la de los gases combustibles, es variable, se distingue principalmente la hulla de la antracita que no es, por decirlo así, mas que una hulla seca, sin betun y reducida naturalmente á cok, pues el carbon que resulta de la destilacion de la hulla y al que se da ese nombre, se parece mucho por su brillo metaloídeo á las antracitas propiamente dichas, solo que es menos duro y en diverso grado esponjoso, segun la calidad del carbon.

Las variedades de la hulla propiamente dicha son dos, á saber: las *grasas* y las *secas*. Las hullas grasas son mas las ricas en substancias inflamables, que experimentan, cuando se las calienta, un principio de fusion antes de descomponerse, y se hinchan y reblandecen hasta tal punto, que los fragmentos se pegan unos á otros y el cok ó carbon que queda, presenta entonces el aspecto de una masa esponjosa. Esta propiedad es la que la hace preciosa para el trabajo de fragua, pues resulta que delante de la tubería de los fuelles, se forma una especie de bóveda ardiente bajo la cual se calienta el hierro por igual por todas partes y al abrigo del aire exterior. Por destilacion en vasos cerrados, las hullas grasas dan el gas del alumbrado, para cuya fabricacion se emplean las de llama larga, reservándose para las fraguas las de llama corta, lo que ha hecho se las llame *hullas de mariscal*. Las secas de llama larga dan un cok poco esponjado y producen menos calor que las variedades precedentes; se acercan á los lignitos y no sirven mas que para la coccion y las evaporaciones. En cuanto á las hullas secas de llama corta, no son propiamente hablando mas que antracitas, ni sirven mas que para los trabajos de fundicion en grande, como vidrierías y hornos de cal, etc.

El yacimiento habitual de las hullas grasas es el piso superior de los terrenos carboníferos, en el depósito llamado *arenisca de la hulla.* Se encuentra en masas ó en lechos mas ó menos vastos y numerosos, alternando con bancos de asperon y de arcillas: estas son negras, pizarrosas, y presentan frecuentemente impresiones de hojas de helechos.

Francia posee dos depósitos de hullas en una gran parte de su territorio, pero cerca de la mitad de estos depósitos no se explotan; cuéntanse en Francia mas de doscientas minas, de las cuales solo ciento cuarenta se hallan en explotacion en treinta y cinco departamentos, siendo los de mas importancia los del Loira (minas de Saint-Etienne y Rive de Gier), del Norte (minas de Anzin), de Saona y Loira (minas de Creuzot) y del Aveiron (minas de Aubin). Siguen despues los departamentos del Gard (minas de Alais), del Calvados (minas de Litry) y del Alto Saona (minas de Rouchamp).

La Bélgica es rica en explotacion de hulla; posee una gran zona de terreno carbonífero de dos leguas de ancho sobre cincuenta de largo. Las minas de los alrededores de Mons, Charleroix y Lieja, son muy importantes; pero donde están las mayores explotaciones de hullas que hay en el mundo, es en Inglaterra y en

Escocia. El Nortumberland, el pais de Gales y los alrededores de Glasgow, presentan vastos depósitos de hulla, algunos de los cuales se han convertido en grandes centros industriales. Solo las minas de Newcastle emplean mas de sesenta mil operarios y producen anualmente treinta y seis millones de quintales métricos de carbon, y se calcula que pueden continuar dando ese producto por espacio de mil años. La explotacion actual de la Gran Bretaña, es casi diez veces mayor que la de Francia.

El lignito.

El *lignito* es una substancia carbonífera, negra ó parda, que se formó de tallos de vegetales leñosos y presenta frecuentemente, en su tejido fibroso, señales de su orígen; se enciende y arde con facilidad, que da por destilacion el mismo ácido que la madera y con la combustion un carbon análogo al cisco con una ceniza térrea igual á la de nuestros hogares: quemado en vasos cerrados, conserva el carbon la forma de antes. Se distinguen muchas variedades de lignito: el azabache, que es de un negro brillante, susceptible de pulimento y que se emplea para adornos de luto; el fibroso, que ordinariamente es pardo; el lignito quebradizo ó terroso, de un negro parduzco y car-

gado de piritas. Los lignitos piritosos se desfloran por la exposicion al aire, se inflaman, producen el sulfato de hierro y alúmina que se obtiene con las legías, y se reducen á cenizas rojas que sirven como abono en agricultura. El lignito es tambien un combustible qué se puede emplear en muchos talleres. Se le encuentra en lechos en los terrenos secundarios y terciarios y sobre todo en la parte inferior del suelo terciario. En Francia se explotan los lignitos en catorce departamentos y principalmente en los de las Bocas del Ródano, del Herault, del Aisne, de los Vosgos y del Bajo Rin.

La turba.

La *turba* es una materia parda y negruzca, de tejido esponjoso, mas ó menos combustible y formada por los restos de ciertas plantas que crecen en abundancia en los sitios húmedos. Se la emplea en la economía doméstica como materia propia para el hogar y sus cenizas sirven en agricultura para abonar la tierra. En Francia se encuentra en mas de cuarenta departamentos y principalmente en los del Soma, del Paso de Calais, del Loira inferior, del Sena y Oise, etc. El valle del Soma, las orillas del Essonna y la desembocadura del Loira, ofrecen muchas turberas. La Holanda no posee mas

combustible que la turba; es tambien muy comun en Westfalia, en Hanovre y en muchas partes de Prusia y de Silesia.

El sucino.

El *sucino*, llamado vulgarmente *ámbar amarillo*, y entre los antiguos *electrum*, es una substancia sólida, amarilla, de un aspecto semejante al de ciertas resinas, eminentemente eléctrico por el roce y combustible con llama y humo, esparciendo un olor mas ó menos agradable. El sucino funde á una temperatura bastante elevada y cuela como aceite; aunque tierno, puede recibir un bruñido bastante brillante. Su composicion tiene mucha analogía con la de las substancias orgánicas, de modo que se le considera como un producto del reino vegetal en estado fósil. Contiene frecuentemente insectos, lo que prueba que ha sido primitivamente fluido á la manera de las gomas y resinas. Se le encuentra en los riñones esparcidos en medio de las arenas, arcillas y lignitos que están situados inmediatamente encima de la creta. Se le ha empleado para hacer collares y mueblecitos de muy buen efecto. Los principales yacimientos de sucino que se conocen son los de Prusia, en las orillas del Báltico.

CUADRO

DE LA

CLASIFICACION DE LAS ESPECIES MINERALES.

Acabamos de pasar revista á las especies mas importantes del reino mineral, escogidas en las tres clases de las Piedras, de los Metales y de los Combustibles; las hemos estudiado en un órden mas tecnológico que científico y sin relacionar ninguna de ellas al género y órden de que depende. Para completar su historia con una indicacion mas precisa de sus relaciones naturales, terminaremos esta obrita con un cuadro de la clasificacion de las substancias minerales segun los principios que hemos establecido al tratar de la clasificacion de los minerales. Nos limitaremos, con todo, á mencionar como ejemplos, en este cuadro, las principales especies, las que están bien determinadas y cuya consideracion puede ser de alguna importancia.

PRIMERA CLASE.

DE LAS SUBSTANCIAS ATMOSFÉRICAS
ó DE LOS GASES.

CARACTERES. Cuerpos formados de elementos no metálicos que existen en la atmósfera en el estado gaseoso y persisten todos en este estado á las temperaturas ordinarias, menos el agua.

1er ORDEN. *SIMPLES.*

ESPECIES.

Oxígeno.
Hidrógeno.
Azoe.

2º ORDEN. *COMPUESTOS.*

ESPECIES.

Aire atmosférico.
Agua (vapor de).
Acido carbónico.
Acido sulfuroso.
Acido clorídrico (ó muriático).
Acido sulfídrico (*hidrógeno sulfurado*).
Amoniaco.
Hidrógeno carbonado.

SEGUNDA CLASE.

DE LOS MINERALES INFLAMABLES
ó DE LOS COMBUSTIBLES.

CARACTERES. Cuerpos formados de elementos no metálicos sin brillo ni color metálicos, combustibles y ardiendo las mas de las veces con llama.

* *Los sulfurosos.*

ESPECIES.

Azufre nativo.
Sulfuro de Selenio.

** *Los carbonosos.*

1er ORDEN. *CARBONES PROPIAMENTE DICHOS.*

1a TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Diamante.

2a TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Grafito.

APÉNDICE. *Amorfes.*

ESPECIES.

Antracito.
Hulla.
Lignita.
Turba.

2º ORDEN. *LOS BETUNES*

ESPECIES.

Nafta } líquidos.
Petróleo }
Malta } sólidos.
Asfalto }

3er ORDEN. *LAS RESINAS.*

ESPECIES.

Elaterita.
Retinasfalto.
Sucino.

4º ORDEN. *LAS SALES ORGANICAS.*

1ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Melito (melato de aluminio).

APÉNDICE.

ESPECIES.

Humboldtita (oxalato de hierro).
Guano.

TERCERA CLASE.

DE LOS MINERALES METALICOS
ó DE LOS METALES,

(*Metales propiamente dichos y minerales metaloídeos.*)

Caracteres. Cuerpos que no encierran ni tierras, ni ácidos, dotados naturalmente de brillo metálico ó susceptibles de adquirirlo por medio del bruñido ó por la reduccion con ayuda del soplete y de los reactivos; que tienen un color propio, una densidad considerable; que son frecuentemente opacos, aun en los cristales; todos sólidos menos el mercurio.

1er ORDEN. *METALES NATIVOS.*

Caracteres. Cuerpos opacos de un décimo de milímetro de espesor, dotados de un color propio junto al brillo metálico; muy dilatables, mas ó menos fusibles y oxidables por la accion del calor. Pesantez específica superior á 6.

1a Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Teluro.
Arsénico.
Antimonio.
Bismuto.

2a Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Mercurio.
Plata.

Cobre.
Hierro.
Oro.
Platina.
Paladio.
Iridio.

2° ORDEN. *OSMIUROS.*

Caracteres. Presentan naturalmente el brillo metálico: tienen un olor análogo al del cloro cuando se les calcina con el nitro.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Osmuro de Iridio.

3er ORDEN. *ANTIMONIUROS.*

Caracteres. Presentan naturalmente el brillo metálico; exhalan, en un tubo abierto, por la accion del calor, vapores blancos, sin olor de ajo ni de azufre, que se condensan bajo forma pulverulenta y que se pueden echar de un punto á otro del tubo, calentándole de nuevo; dejan por residuo un glóbulo metálico.

1ª Tribu. *Rómbicos*[1].

ESPECIE.

Antimoniuro de plata.

1. Entendemos por substancias rómbicas las que cristalizan bajo las formas del cuarto sistema (fig. 17 y 18). Las especies que se refieren al quinto sistema, serán designadas bajo el nombre de *clinorómbicas*, y las que se refieren al sexto sistema, bajo el nombre de *clinoédricas*.

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Antimonio de Nickel.

4º ORDEN. *ARSENIUROS.*

Caracteres. Presentan naturalmente el brillo metálico y despiden el olor de ajo en el soplete.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Arseniuro de nickel (*kupfernickel*).

2ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Arseniuro de nickel (*nickelina*).
Arseniuro de cobalto (*esmaltina*).

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Arseniuro de hierro (*hierro arsenical*).

5º ORDEN. *TELURUROS.*

Caracteres. Presentan naturalmente el brillo metálico; producen por la accion del calor, en un tubo de vidrio, un humo blanco que se deposita bajo la forma de un polvo susceptible de fundirse en gotitas límpidas cuando se calienta, y deja, despues de esta operacion, un glóbulo metálico.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Telururo de plata (*hesita*).
Telururo de plomo (*altaita*).

2ª Tribu. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Telururo de plomo y oro (*elasmoso*).

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Telururo de oro y plata (*silvano*).

6º ÓRDEN. *SELENIUROS.*

Caracteres. Presentan naturalmente el brillo metálico y despiden un olor de rábano en el soplete.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Seleniuro de plomo (*claustalita*).
Seleniuro de plata (*naumanita*).
Seleniuro de cobre (*berzelina*).
Seleniuro de cobre y plata (*eucairita*).

7º ORDEN. *SULFUROS.*

CARACTERES. Dotados de un brillo metálico mas ó menos pronunciado; despiden el olor de azufre quemado cuando se les pone en el soplete con limaduras de hierro ó sin ellas. Pesantez especifica comprendida entre 3, 5 y 8.

1er Sub-órden. SULFUROS SIMPLES.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Sulfuro de zinc (*blenda*).
Sulfuro de plomo (*galeno*).
Sulfuro de plata (*argirosa*).
Sulfuro de cobalto (*cobaltina*).
Arseni-sulfuro (*cobalto gris*).
Arseni-sulfuro de nickel (*nickel gris*).
Sulfuro amarillo de hierro (*pirita*).

2ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Sulfuro blanco de hierro (*esperquisa*).
Arseni-sulfuro de hierro (*mispiquel*).
Sulfuro de cobre (*chalcosina*).
Sulfuro de antimonio (*estibina*).
Sulfuro amarillo de arsénico (*oropimento*).

3ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIE.

Sulfuro rojo de arsénico (*rejalgar*).

4ª TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Sulfuro de mercurio (*cinabrio*).
Sulfuro de molibdeno (*molibdenita*).

2° Sub-órden. SULFUROS MÚLTIPLES.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Sulfuro de estaño, cobre y hierro (*estaño piritoso*).
Sulfuro de cobre y hierro (*cobre piritoso*).
Sulfuro de cobre y hierro, antimonio y arsénico (*cobre gris; plata gris*).

2ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Sulfuro de antimonio y plomo (*jamesonita*).
Sulfuro de antimonio plomo y cobre (*burnonia*).
Sulfuro negro de plata y antimonio (*plata negra*).

3ª TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Sulfuro rojo de plata y antimonio (*plata roja sombria*).

Sulfuro de plata y arsénico (*plata roja clara*).

4ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIE.

Sulfuro rojo negruzco de plata y antimonio (*miargirita*).

8º ORDEN. *ÓXIDOS METÁLICOS.*

Caracteres. Cuerpos opacos que presentan por sí mismos el brillo metálico ó le adquieren por medio del pulido, ó cuerpos transparentes con un color propio cuando están en masa; de un aspecto empañado y terroso cuando están en polvos. Pesantez específica comprendida entre 3, 5 y 7. Pueden reducirse á metal por medio del carbon con mas ó menos facilidad, y dan al vidrio de borato colores diferentes segun su naturaleza particular.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Óxido rojo de cobre.
— de hierro.
— ferroso-férrico (*iman*).
— hierro titanado (*iserina*).
— hierro cromado (*siderocromo*).
— franklinita.

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Óxido de hierro.

— férrico (*oligisto*).
— titanífero (*craitonita*).

3ª Tribu. *Cuadráticos.*

Óxido de titano.
Nigrina.
Rutilo.
Anatasio.
Oxido de estaño (*casiterila*).
— de manganesio.
— manganoso-mangánico (*hausmanita*).
— mangánico (*braunita*).

4ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Peróxido mangánico (*pirolucita*).
Óxido térrico hidratado (*gothite; limonita*).
Óxido mangánico hidratado (*manganita*).

CUARTA CLASE.

MINERALES LITOIDEOS ó PIEDRAS.

(*Óxidos, sales haloideos y oxi-sales.*)

Caracteres. Substancias no combustibles, la mayor parte oxidadas y acidíferas, que no presentan el brillo metálico en

el estado sólido, sino un brillo vidrioso en los cristales y un aspecto terroso ó litoídeo en las masas no cristalinas. Pesantez específica generalmente inferior á 5. Son transparentes cuando están cristalizadas y puras. Incoloras por sí mismas cuando son de bases terrosas; las mas de las veces coloradas por si mismas cuando contienen bases metálicas. Se reducen con mas ó menos facilidad á glóbulos metálicos, cuando su base es un metal propiamente dicho.

1er ORDEN. *ÓXIDOS NO METÁLICOS.*

CARACTERES. Cuerpos de polvo descolorido y terroso, sin color en su estado de pureza; irreductibles por el carbon en metal propiamente dicho.

1a TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Magnesia (*periclaso*).

2a TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Alumina (*corindo*).
Sílice (*cuarzo*).
Agua (*hielo*).

2o ORDEN. *CLORUROS.*

CARACTERES. Producen cloro cuando se les mezcla con el peróxido de manganesio, por la accion del ácido sulfúrico concentrado y el calor; tiñen en azul púrpura la llama del soplete cuando se les funde con sal de fósforo mezclado de óxido de cobre.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Cloruro de sodio (*sal marina*).
Cloruro de amoniaco (*sal amoniaca*).
Cloruro de plata (*plata córnea*).

2ª Tribu. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Cloruro de mercurio (*calomel*).

3ª Tribu. *Rombóicos.*

ESPECIES.

Oxi-cloruro de cobre (*atacamita*).
Oxi-cloruro de plomo (*mendipita*).

3er ORDEN. *FLUORUROS.*

Caracteres. Cuerpos sólidos que producen, por la accion del ácido sulfúrico, un vapor blanco que corroe el vidrio.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Fluoruro de calcio (*fluorina*).

2ª Tribu. *Rombóicos.*

ESPECIE.

Fluoruro de sodio y aluminio (*criolita*).

4° ORDEN. *IODUROS.*

CARACTERES. Producen vapores violáceos por la accion del ácido sulfúrico concentrado y del calor.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Ioduro de plata (*iodito*).
Ioduro de zinc.
Ioduro de mercurio.

5° ORDEN. *BROMUROS.*

CARACTERES. Producen vapores rojos por la accion del ácido sulfúrico concentrado y del calor.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Bromuro de plata (*bromito*).
Bromuro de zinc.

6° ORDEN. *ALUMINATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que despues de haber sido fundidos con la sosa, disueltos en un ácido y tratados por el amoniaco, producen un precipitado gelatinoso soluble en la potasa cáustica y se vuelven de un hermoso azul por la calcinacion cuando se les humedece con el nitrato de cobalto.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Aluminato de magnesia (*espinela*).

Aluminato de zinc (*ganhit*).
Aluminato de hierro y magnesia (*pleonasta*).

2ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Aluminato de glucina (*cimofania*).

7º ORDEN. *SILICATOS ALUMINOSOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que depositan sílice en forma de jalea cuando despues de haberles fundido con el carbonato de potasa ó de sosa, se les disuelve en un ácido y se evapora despues la disolucion. Solucion privada de sílice que da por el amoniaco un precipitado abundante que azulea cuando se le calcina despues de haberla mojado con nitrato de cobalto.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Analcima.
Anhidros. — Anfijena.
Grenates.

2ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Idocrasa.
Gelenita.
Humboldtilita.
Wernerina.
Meyonita.

Hidratados. — Faujasita.
Edingtonita.

3ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Chabasia.
Clorita.
Anhidros. — Mica (biotita) de un eje.
Nefelina.
Esmeralda.

4ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Estaurotida.
Macle.
Cordierita.
Hidratados. — Prenita.
Harmotoma.
Thomsonita.
Estilbita.

5ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Heulandita.
Laumonita.

Mesotipa.
Anhidros. — Epidota.
Euclasia.
Mica (de dos ejes).
Feldespato ortoso.

6ª Tribu. *Clinoédricos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Feldespato albita.
Feldespato oligoclaso.
Feldespato labrador.
Anortila.
Petalita.
Trifano.
Disteno.

8º ORDEN. *SILICATOS NO ALUMINOSOS.*

Caracteres. Los mismos que los anteriores, pero la solucion no da el precipitado aluminoso por el amoniaco.

1ª Tribu. *Cuadráticos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Circon.
Hidratados. — Apofilita.

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Dioptasa.
Cronstedtita.
Cerita.
Anhidros. — Fenaquita.
Willemita.

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Calamina.
Serpentina.
Anhidros. — Peridato.
Talco.
Lievrita.

4ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Gadolinita.
Acmita.
Wollastonita.
Rodonita.
Piróxeno.
Anfíbola.

5ª Tribu. *Clinoédricos.*

ESPECIE.

Anhidro. — Babingtonita.

9º ORDEN. *SILICATOS UNIDOS A OTROS COMPUESTOS.*

Caracteres. El carácter general de los silicatos se combina con el de otro órden.

1ª Ttibu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Silicatos fosforíferos. — Eulitina.
Silicatos sulfuríferos. — Helvina.
— Hauyna.
— Lapis.
— Espinelana.
Silicatos cloríferos. — Sodalite.

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Silicatos cloríferos. — Eudialita.
— Pirosmalita.
— Turmalinas.

8ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Silicatos fluoríferos. — Topacios.

4ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Silicatos fluoríferos. — Condrodita.
— Leucofania.
Silicatos boríferos. — Datolita.

5ª TRIBU. *Clinoédricos.*

ESPECIES.

Silicatos boríferos. — Axinita.
— Danburita.

10º ORDEN. *BORATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que se descomponen por el ácido nítrico en el cual dejan un resíduo que tiene la propiedad de disolverse en el alcool y de colorar de verde la llama.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Borato de magnesia (*boracita*).
Borato de cal (*rodicita*).

2ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Borato de sosa (*borax*).

11º ORDEN. *CARBONATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos solubles en los ácidos con efervescencia, debida al desprendimiento de un gas incoloro é inodoro.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Carbonato de zinc (*esmitosonita*).
Carbonato de manganesio (*dialojita*).
Carbonato de hierro (*hierro espático*).
Carbonato de magnesia (*giobertita*).
Carbonato de cal y magnesia (*dolomia*).
Carbonato de cal (*caliza*).

2ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Carbonato de cal (*aragonito*).
Carbonato de estronciana (*estroncianita*).
Carbonato de barita (*baritina*).
Carbonato de plomo (*cerusa ó albayalde*).

3ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Carbonato de cal y barita (*baritocalcita*).

Hidratados. — Carbonato de sosa (*natron*).
Carbonato de cal y sosa (*gay-lusita*).
Carbonato verde de cobre (*malaquita*).
Carbonato azul de cobre (*azurita*).

12º ORDEN. *CARBONATOS UNIDOS A OTRAS SALES.*

CARACTERES. El de los carbonatos combinado con el carácter de uno de los órdenes vecinos.

1ª TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Silico-carbonato. — Davina.
Cancrinita.

2ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Cloro-carbonato. — Kerasina.

3ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Sulfo-carbonatos. — Lanarquita.
Leadilita.

4ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Sulfo-carbonatos. — Caledonita.
Estromita.

13° ORDEN. *NITRATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos, solubles en el agua, que despiden vapores rojos con efervescencia cuando se les trata por el ácido sulfúrico, mezclados con limaduras de hierro; cuando se les echa sobre brasas, activan la combustion.

1ª TRIBU. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Nitrato de sosa (*natronitro*).

2ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Nitrato de potasa (*salitre*).

14° ORDEN. *FOSFATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que producen, por la fusion con el ácido bórico, un glóbulo vidrioso que, tratado por el carbon, da fósforo, ó que, calentado de nuevo, ataca un alambre que se mete en la masa fundida.

1ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Fosfato de itria (*xenotima*).
Hidratados. — Fosfato de urano y de cal (*uranita*).
Fosfato de urano y de cobre (*calcolita*).

2ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Anhidros. — Fosfato de alumina y de litina (*ambligonita*).
Fosfato de alumina y de magnesia (*turquesa*).
Fosfato de hierro y de manganeso (*triplito*).

Hidratados. — Fosfato de cobre (*libetenita*).

3ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Fosfato de cobre (*pseudo malaquita*).
Fosfato de hierro (*vivianita*).

Anhidros. — Fosfato de cerio, etc. (*monacita*).

15° ORDEN. *FOSFATOS CLORIFEROS Y FLUORIFEROS.*

Caracteres. El mismo carácter de los fosfatos, combinado con el de los cloruros ó fluoruros.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Cloro-fosfato de cal (*apatita*).

Cloro-fosfato de plomo (*piromorfita*).

2ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Fluo-fosfato de alumina (*wavelita*).

3ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIE.

Fluo-fosfato de magnesia (*wagnerita*).

16º ORDEN. *ARSENIATOS.*

Caracteres. Cuerpos sólidos que despiden el olor de ajo cuando se les calienta con polvos de carbon. Solucion que precipita en color negruzco por el nitrato de plata.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Arseniato de hierro (*farmacosiderita*).

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Arseniato de cobre (*cobre micáceo*).

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Arseniato de cobre (*liroconita; olivenita*).
Arseniato de hierro (*escorodita*).
Arseniato de cal (*haindijerita*).

4ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Arseniato de hierro y cobre (*afaneso*).
Arseniato de cobalto (*eritrina*).
Arseniato de cal (*farmacolita*).

17º ORDEN. *ARSENIATOS CLORIFEROS.*

Caracteres. El mismo carácter de los arseniatos, combinado con el de los cloruros.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Cloro-arseniato de plomo (*mimetesa*).

18º ORDEN. *SULFATOS.*

Caracteres. Cuerpos sólidos que despiden el olor del hidrógeno sulfurado cuando, despues de haberles calentado con una mezcla de carbonato de sosa y carbon, se echan unas gotas de ácido sobre la masa fundida.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Sulfato de alumina y potasa (*alumbre*).

2ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Sulfato de alumina y potasa (*alunita*).

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Sulfato de magnesia (*epsomita*).

Sulfato de zinc (*gallinizita*).

Anhidros. — Sulfato de plomo (*anglesita*).

Sulfato de estronciana (*baritina*).

Sulfato de cal (*karstenita*).

4ª Tribu. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Hidratados. — Sulfato de cal (*gipsia*).

Sulfato de cobalto (*rodalosa*).

Sulfato de hierro (*glauberita*).

5ª Tribu. *Clinoédricos.*

ESPECIE.

Hidratado. — Sulfato de cobre (*cianosa*).

19º ORDEN. *CROMATOS.*

Caracteres. Cuerpos colorados que dan al vidrio de borato un hermoso color verde, lo mismo en el fuego de oxidacion que en el de reduccion.

1ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIE.

Cromato de plomo (*melanocroita*).

2ª Tribu. *Cinorómbicos.*

ESPECIE.

Cromato de plomo (*plomo rojo*).

Cromato de plomo y cobre (*vauquelenita*).

20º ORDEN. *VANADATOS.*

Caracteres. Cuerpos sólidos que con el borax dan un vidrio de color verde que se muda en amarillo en la llama oxidante.

1ª Tribu. *Romboédricos.*

ESPECIES.

Vanadato de plomo (*vanadita*).

Vanadato de cobre (*volvortica*).

21° ORDEN. *MOLIBDATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que, despues de haber sido fundidos con la sosa, dan una sal soluble en el agua, cuya solucion precipita, por el ácido nítrico, unos polvos blancos que se vuelven azules cuando se les pone sobre una hoja de zinc.

1ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Molibdato de plomo (*plomo amarillo*).

22° ORDEN. *TUNGSTATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que con la fusion con la sosa dan una sal soluble en el agua, cuya solucion precipita por el acido nítrico en unos polvos que se vuelven amarillos cuando se hace hervir el licor, y dan al fuego de reduccion un vidrio azul con la sal fosfórica.

1ª TRIBU. *Cuadráticos.*

ESPECIES.

Tungstato de cal (*esquelita*).

Tungstato de plomo (*esquelitina*).

2ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIE.

Tungstato de hierro y manganesio (*wolfram*).

23° ORDEN. *TANTALATOS.*

CARACTERES. Cuerpos sólidos que dan, por la fusion con la sosa, una materia soluble en el agua, cuya solucion precipita

por el ácido nítrico en unos polvos blancos que no coloran los vidrios de borax y de sal fosfóricos.

1ª Tribu. *Cúbicos.*

ESPECIES.

Tantalato de cal (*microlita*).
Tantalato de cal y cerio (*pirocloro*).

2ª Tribu. *Cuadráticos.*

ESPECIE.

Tantalato de itria y de cerio (*fergusonita*).

3ª Tribu. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Tantalato de itria, de cal y de hierro (*itrotantalo*).
Tantalato de itria y de urano (*uranotantalo*).
Tantalato de hierro y de manganesio (*tantalita*).

24º ORDEN. *TITANATOS.*

Caracteres. Cuerpos sólidos que dan un vidrio de color azul violaceo cuando se les trata al fuego de reduccion por la sal de fósforo con añadidura de estaño.

1ª TRIBU. *Cúbicos.*

ESPECIE.

Titanato de cal y hierro (*perowsquita*).

2ª TRIBU. *Rómbicos.*

ESPECIES.

Tintanato de circonio y cerio (*aesquinita*).

Titanato de circonio, itria, etc. (*polimignita*).

3ª TRIBU. *Clinorómbicos.*

ESPECIES.

Silico-titanato de cal (*esfena*).

Silico-titanato de cal y manganesio (*greenovita*).

FIN.

TABLA DE MATERIAS

FIN DE LA TABLA.

14475. — TIPOGRAFIA LAHURE. — PARIS.
Calle de Fleurus, 9.

EN LA MISMA LIBRERIA

Duruy (V.): *Compendio de historia sagrada.* 1 t. en 18, con láminas.
— *Compendio de historia antigua.* 1 t. en 18, con láminas.
— *Compendio de historia griega.* 1 t. en 18, con láminas.
— *Compendio de historia romana.* 1 t. en 18, con láminas.
— *Compendio de la historia de la edad media.* 1 t. en 18. con láminas.
— *Compendio de la historia de los tiempos modernos.* 1 t. en 18, con láminas.

Método uniforme para la enseñanza de las lenguas, por E. Sommer y P. Hernandez.
— *Compendio de gramática castellana.* 1 t. en 12 encart.
— *Compendio de gramática francesa.* 1 t. en 12.
— *Curso completo de gramática francesa* (con los Idiotismos). 1 t. en 8.
— *Ejercicios sobre el Compendio de gramática francesa.* 1 t. en 12.
— *Correccion de los ejercicios sobre el compendio de gramática francesa.* 1 t. en 12.
— *Ejercicios sobre el Curso completo de gramática francesa* 1 t. en 8.
— *Correccion de los ejercicios sobre el Curso completo de gramática francesa.* 1 t. en 8.

Bustamante (Corona): *Curso elemental de geografía.* 1 t. en 18, con 8 mapas y láminas.

Delafosse, catedrático del museo de historia natural y de la facultad de ciencias de Paris : *Nociones elementales de historia natural.* Traduccion española autorizada por el autor. 3 t. en 18 con numerosas láminas en el texto, contiene :
— *Zoologia.* 1 t. en 18 encartonado;
— *Botánica.* 1 t. en 18 encartonado;
— *Mineralogia.* 1 t. en 18 encartonado.

Garrigues y Boutet de Monvel : *Simples lecturas sobre las ciencias, las artes y la industria*, para el uso de las escuelas primarias, por M. Garrigues, antiguo profesor de la Escuela normal de Paris, y M. Boutet de Monvel catedrático de física y química en el liceo de Carlomagno de Paris; traduccion esmerada. 1 t. en 12, con 155 fig. intercaladas en el texto; encartonado.

Cien lecturas variadas, al alcance de los niños de 8 á 12 años por Th. Lebrun, obra ilustrada con numerosos grabados : traducida al castellano con adiciones relativas á España y América, por D. Mariano Urrabieta, 1 tomo in-12.

Tipografía Lahure, calle de Fleurus, 9. Paris.